ZOSTAŃ AGENTEM McGYVERA

11/96

3 zł 80 gr (38 000 zł)

Listopad 1996

ELEKTRONIKA dla wszystkich

Zdalne sterowanie przez telefon

Kod DTMF

- Dzwonek do drzwi
- Aktywny radiator
- Przedwzmacniacz CB
- Gwiazdka na choinkę

ELEKTRONIKA 2000

▼ Klub konstruktorów

▼ Wykonywanie płytek drukowanych

▼ Historia INTELa

INDEKS 330 62X ISSN 1425-4689

W rubryce "Poczta" zamieszczamy fragmenty Waszych listów oraz nasze odpowiedzi na pytania i propozycje. Elektronika dla Wszystkich to nasze wspólne pismo i przez tę rubrykę chcemy zapewnić jak najbardziej żywy kontakt między redakcją, a Czytelnikami. Prosimy o listy z oczekiwaniami w stosunku do nas, z propozycjami tematów do opracowania, ze swoimi problemami i pytaniami. Postaramy się w miarę możliwości spełnić Wasze oczekiwania.

Specjalną częścią "Poczty" jest kącik tropicieli chochlika drukarskiego - rubryka "Errare humanum est" (w tym numerze errata na str. 30). Wśród Czytelników, którzy nadeślą przykłady błędów, będą co miesiąc losowane nagrody w postaci kitów z serii AVT-2000.
Piszcie więc do nas, bardzo cenimy wasze listy, choć nie na wszystkie możemy szczegółowo odpowiedzieć.
Jest to nasza wspólna rubryka, dlatego będziemy się do Was zwracać po imieniu, bez względu na wiek.

Pozdrawiamy: Arkadiusza Greniuka, Macieja Lasotę, Marka Króla, Andrzeja Siwka, Piotra Maksymiuka.

Informacje o błędach zauważonych w EdW 9/96 przysłali: Paweł Głogowski z Łaska, Adam Tabaka z Praszki, Piotr Krzepa z Dąbrowy Dużej i Marcin Wiązania z Gacek. Nagrodę-niespodziankę wylosował Piotr Krzepa.
W tym numerze errata na stronie 30. "Odkrycia" do erraty dotyczące bieżącego numeru przysyłajcie najpóźniej do końca miesiąca. Uwagi nadesłane później nie zostaną uwzględnione w najbliższym wydaniu EdW a, jak zauważyliście, errata pojawia się możliwie najszybciej, czyli już dwa miesiące po danym numerze.

- Nasze czasopismo ciągle zyskuje nowych Czytelników. Przypominamy, że stale są dostępne *wszystkie* numery archiwalne EdW. Od początku mieliśmy świadomość, że z czasem pozyskamy nowych sympatyków, którzy zechcą mieć wszystkie numery EdW. Przewidując to, stworzyliśmy odpowiedni zapas archiwaliów, który wystarczy dla wszystkich chętnych. Numery archiwalne najlepiej nabyć drogą przedpłaty - szczegóły na stronie 74.
  Jeśli chodzi o kity AVT, to można je zamówić w różny sposób: telefonicznie (0-22 35 66 88), pocztą, wykorzystując kartonową wkładkę, faksem (0-22 35 67 67) lub pocztą elektroniczną. Oczywiście opłatę (podana w ofercie cena netto + VAT + koszty wysyłki) należy uiścić listonoszowi przy odbiorze przesyłki. Dokładne informacje na stronie 72.
  Przy zamawianiu samej płytki (kit wersji A) otrzymuje się wraz z nią instrukcję montażu urządzenia lub kserokopię stosownego artykułu z EP lub EdW.
- W poprzednim numerze EdW przedstawiony był prosty układ stroboskopu do ustawiania zapłonu. Temat został przyjęty z zainteresowaniem. Mamy jednak świadomość, że jest to układ bardziej edukacyjny niż użytkowy, dlatego jak zwykle proponujemy Czytelnikom, aby podzielili się na łamach Forum praktycznymi doświadczeniami odnośnie konstruowania i wykorzystywania stroboskopów.
- Na razie nie zajmiemy się na łamach EdW sprawą cyfrowego przetwarzania obrazów telewizyjnych i ich zapamiętywania - jest to temat zbyt trudny dla początkujących, ponadto jak na razie potrzebne elementy, w szczególności przetworniki analogowo-cyfrowe, są dość drogie.
- Napis na akumulatorach kadmowo-niklowych 15HRS 70mA oznacza, że zaleca się ładowanie ich prądem o wartości 70mA przez 15 godzin (ang. hours).
- **Jan Ławieński** z Ustki podzielił się z nami rzeczowymi uwagami odnośnie wykorzystywania, czy też współpracy starych urządzeń i modułów elektronicznych z układami opisywanymi w EdW. Rzeczywiście jest to sprawa interesująca, ale nie będziemy się tym szerzej zajmować, nie jesteśmy bowiem w stanie przewidzieć, co posiadają nasi Czytelnicy. Celem EdW nie jest podawanie recept, tylko nauczenie elastyczności w wykorzystywaniu posiadanych podzespołów i urządzeń. Dlatego sprawie "grzebania w starociach" poświęcimy tylko niezbędną ilość miejsca; szczegóły ewentualnych przeróbek należy dopracować samodzielnie.
- **Tomasz Hałas** z Bydgoszczy nadesłał interesujący list, w którym proponuje zaprezentowanie na łamach EdW kilku tematów. Prawie wszystkie te tematy stopniowo zrealizujemy, niektóre już są obecne w EdW, choćby ładowanie akumulatorów, czy termometry elektroniczne.
- Fajny żart zrobił nam **Adam Patejuk** z Gdańska. Za pomocą nowoczesnego medium - poczty elektronicznej - przysłał nam pytanie na temat... radzieckiej lampy elektronowej 6P45C.
  Odpowiadamy: nie mamy w redakcji katalogu lamp radzieckich. Jeśli ktoś chce pomóc - oto adres Adama: adap@jan.mech.pg.gda.pl

Artur Jarosz z Białobrzegów napisał:
Najpierw chciałbym pochwalić całą ekipę EdW za wspaniałe pismo. Pierwszy numer, jaki wpadł mi w ręce to 8/96. To wydanie jest naprawdę niezłe, mam nadzieję, że i następne takie będą. Bardzo podobają mi się rubryki: Poczta, Nowości, ciekawostki, Forum, artykuł "Elektryka prąd nie tyka..." oraz część dotycząca układów. Do tego stopnia spodobało mi się Wasze pismo, że postanowiłem zamówić roczną prenumeratę. Od kilku lat kupuję pisma komputerowe, od roku elektroniczne, i jak dotąd nie spotkałem się z tak rozszerzoną pocztą. To jest ekstra, a jeśli na potrzeby tej rubryki zajmiecie jeszcze parę stron, to będzie jeszcze lepiej. Na pewno skorzystam z porad domowego wytwarzania płytek. (...)
Jeśli miałbym o coś prosić, chciałbym aby było więcej układów w miarę prostych. (...)
W piśmie Secret Service jest ciąg artykułów pod nazwą Tips & Tricks, które zawsze chętnie przeglądałem z wielkim zainteresowaniem. Chciałbym zobaczyć coś takiego na łamach EdW. Z prawdziwą przyjemnością przeczytałbym jak zrobić z wiertarki rakietę odrzutową, lub coś w tym klimacie.
Ostatnio zainteresował mnie temat laserów, głównie półprzewodnikowych. Czy można oczekiwać, że ukaże się artykuł na ten temat na łamach EdW? Jeśli tak, dobrze by było, gdyby znalazła się wzmianka o tym, gdzie można dostać w ilościach detalicznych diody półprzewodnikowe do lasera pracujące w paśmie światła widzialnego. (...)
Pierwszy raz zdobyłem się na tyle, aby napisać do Redakcji gazety. Uznałem że warto.
Dziękujemy za miłe słowa. Staramy się jak możemy.
Odnośnie rubryki Tips & Tricks - wydaje nam się, że znaleźliśmy jeszcze ciekawszą formułę: nasz niezawodny Zbyszek Raabe nawiązał kontakt z McGyverem. Właśnie w tym numerze startujemy z tą rubryką. A jak będzie ona wyglądać w przyszłości - to zależy głównie od Was. Jeśli będziecie przysyłać wartościowe i sprawdzone sposoby "jak z wiertarki zrobić rakietę odrzutową lub coś w tym klimacie", chętnie to opiszemy. Nie muszą to być jakieś wielkie i genialne pomysły, tylko wprost przeciwnie - drobne usprawnienia, które stosujecie w swej codziennej praktyce. Ponieważ EdW istnieje dopiero niecały rok, chcielibyśmy przedstawić wszystkie znane hobbystom sposoby ułatwienia sobie życia. Dlatego nie wahajcie się powiadomić nas o tych sposobach, nawet gdy nie jesteście ich wynalazcami.
Nie zapomnijcie tylko, że jako (jawni) agenci McGyvera macie obowiązek przysłać swoją fotografię i napisać parę słów o sobie - o swoich zainteresowaniach elektronicznych i pozaelektronicznych, o sposobach spędzania wolnego czasu, o rodzinie, o ewentualnych czworonożnych ulubieńcach itd.
Temat laserów pojawi się w jednym z najbliższych numerów - już poczyniliśmy stosowne przygotowania. Tematem zajmiemy się zarówno od strony teorii (bo jest ona wyjątkowo ciekawa), jak i praktyki. Zaproponujemy też wykonanie szeregu eksperymentów. Firma AVT zadba o dostarczenie potrzebnych podzespołów i urządzeń.

Cd. na str. 15

Cd. ze str. 6

Temat zupełnie nie związany z elektroniką poruszył **Marek Kwaśnica** z Koszlina: *Chodzi mi o pisownię tytułu Waszego miesięcznika na stronie tytułowej. Zgodnie z zasadami pisowni w tytułach czasopism wszystkie wyrazy (z wyjątkiem występujących wewnątrz tytułu spójników i przyimków) piszemy wielką literą, a więc słowo "wszystkich" powinno być napisane tak, jak wymaga tego obowiązująca reguła (nie słyszałem bowiem, aby się zmieniła). Kolejnym argumentem może być fakt, że "Elektronika dla Wszystkich" jest tytułem, który podlega odmianie gramatycznej. Skąd więc ta innowacja, skoro wewnątrz numeru często pojawia się prawidłowy zapis?*
Rzeczywiście, reguła pisowni tytułów czasopism się nie zmieniła, stąd w naszych tekstach piszemy "Elektronika dla Wszystkich". Lecz może być ona pominięta przy wszelkiego rodzaju opracowaniach graficznych, szczególnie zaś przy tzw. logo. Spójrz na stronę 73, na której są zamieszczone winiety czasopism wydawanych przez AVT. Spójrz na okładki czasopism w kiosku. Prawda, że znaczna część tytułów jest niezgodna z zasadami stosowania wielkich i małych liter?
W przypadku, gdy nośnikiem informacji jest nie tylko tekst, ale i obraz, dopuszczalne jest zrezygnowanie z powszechnie obowiązujących zasad ortografii. Klasycznym przykładem jest poezja e.e. cummingsa. (Tak, właśnie taką pisownię jego nazwiska widzi się na okładkach jego książek i w opracowaniach go dotyczących.)
Niemniej, bardzo nas ucieszył Twój list. To bardzo budujące, że niektórzy z naszych czytelników zwracają uwagę na poprawną polszczyznę.

Adam Dziergas z Jastrzębia-Zdroju napisał: *Na początku listu pozdrawiam całą redakcję i wszystkich tych, których to czasopismo zauroczyło tak samo, jak mnie. Długo czekałem na takie wydanie gazety, które nawet przerosło moje oczekiwania - oby tak dalej. Najpierw kilka pytań odnośnie przyszłych artykułów: czy będziecie projektować układy, do których można wykorzystać stare płyty od PC-tów, które można kupić za niewielką sumę, a wielu z nas takie posiada. Mam na myśli różne sterowniki, mierniki, przetworniki. (...)*
Interesujący temat! Rozważaliśmy tę sprawę już dawno. Jednak do tej pory mamy poważne wątpliwości, czy powinniśmy się tym zająć. Jak zauważyliście, staramy się prezentować układy naprawdę dla każdego. Tymczasem stare płyty z procesorem 286 czy 386 występują w takiej ilości odmian, iż nie można szczegółowo wyjaśnić funkcji wszystkich przełączników, zworek i linii. Może się więc okazać, że do sukcesu zabraknie drobiazgu: jakiejś zworki, czy jednego połączenia na płycie głównej. Tym sposobem rozgrzejemy do czerwoności oczekiwania Czytelników, przedstawimy szerokie możliwości wykorzystania takich płyt i... zostawimy z niedokończonym układem (bo przecież nie zdołamy potem zdalnie wykryć przyczyn każdego niepowodzenia). Nie znaczy to jednak, że zdecydowanie odcinamy się od tematu. Podzielcie się Waszymi doświadczeniami w tym zakresie. Gotowi jesteśmy udostępnić łamy Forum, a nawet zwiększyć objętość tego działu, o ile tylko otrzymamy praktyczne i rzetelne materiały. A może ktoś z Was chciałby poprowadzić rubrykę dotyczącą PC-towskiego hardware'u?

Cd. na str. 62

Created in Master

Cd. ze str. 15

Zbigniew Wojciechowski z Lubaczowa postawił kilka pytań. Odpowiadamy:
Kostki CMOS 4066, czyli zestawu czterech kluczy analogowych, nie można wykorzystywać przy częstotliwościach rzędu 100MHz. Przyczyną jest występowanie pewnej pojemności między wejściem, a wyjściem wtedy, gdy klucz jest zamknięty (rzędu 0,5pF). Sygnały o tak wielkich częstotliwościach przenikają przez tę pojemność.
Natomiast kostka ta, i pokrewne, np. 4051, 4052, 4053, jest bardzo często z powodzeniem wykorzystywana do przełączania sygnałów audio i wideo m.cz, czyli mniej więcej do częstotliwości 5...6MHz.
W zasadzie kostek tego typu można używać do przełączania zakresów w miernikach, ale należy wziąć pod uwagę, że włączony klucz ma rezystancję rzędu 50...500Ω, zależnie od wartości napięcia zasilającego kostkę, i choć to może wydać się dziwne - ta rezystancja może wprowadzać zniekształcenia nieliniowe. Trzeba też mieć świadomość, że przełączane sygnały muszą mieścić się w zakresie napięć zasilania kostki, czyli maksymalnie 0...+18V, albo ±9V przy zasilaniu symetrycznym.
Ze starego czarno-białego telewizora teoretycznie można zrobić bardzo kiepski oscyloskop. Znamy kilka propozycji układowych, prezentowanych swego czasu w literaturze amatorskiej. Jednak w praktyce gra nie jest warta świeczki. Nie znamy nikogo, kto wykonałby taki oscyloskop i go używał. Wykonanie dobrego oscyloskopu wykorzystującego telewizor kosztowałoby znacznie więcej, niż... dobry kolorowy telewizor 21'. Dlatego naprawdę nie warto zawracać sobie głowy tym tematem.
Godnym uwagi jest natomiast temat "Oscyloskop na PC-cie", czyli układ wykorzystujący szybki przetwornik analogowo-cyfrowy, komputer i odpowiednie oprogramowanie. Przykład realizacji prostego układu tego typu zaprezentujemy w jednym z następnych numerów EdW.
Nie wiemy, czy obecnie prowadzone są jakiekolwiek praktyczne kursy szkoleniowe w zakresie serwisu urządzeń RTV. Trzeba mieć świadomość, że dobrzy fachowcy mają dużo pracy, a ponadto mało który chciałby zdradzać przyszłej konkurencji ciężko zdobyte doświadczenia. Dlatego jeśli nawet gdzieś są takie kursy, to mała szansa, że będą prowadzone przez doświadczonych praktyków. Podobnie jest z dostępnymi książkami - praktycznie nie ma publikacji uczących naprawy współczesnego sprzętu. Niestety, doświadczenia trzeba pomału nabierać samodzielnie.
Przy okazji zwracamy się z apelem do serwisowców, którzy gotowi byliby uchylić rąbka zawodowej tajemnicy, aby podzielili się doświadczeniem. Gotowi jesteśmy otworzyć stosowny dział - "Serwis".
Sprawa wbudowania zdalnego sterowania do starszego sprzętu jest ciekawa, ale kontrowersyjna. Czy warto to robić? Opinie są podzielone.
Szerokie możliwości daje układ SAA3049, odbiornik kodu RC-5, przedstawiony w EdW 9/96. Jeśli Czytelnicy są zainteresowani cyfrowymi potencjometrami czy wykorzystaniem procesorów dźwięku (np. TDA1524A), prosimy o listy.

A oto fragmenty listu **Ireneusza Ziółkowskiego** z Piły:
Serdecznie Was witam i dziękuję za to, co robicie. Nie będę się rozwodził z pochwałami, bo nie jestem ani pierwszy, ani ostatni. Wystarczy, że zmobilizowaliście mnie, abym po raz pierwszy w życiu (a mam już 38 lat - niestety) napisał list poza rodzinę, czy przyjaciół. Czytam Elektronikę Praktyczną i Elektronikę dla Wszystkich od pierwszych numerów i prawie zawsze znajduję coś dla siebie. Oczywiście zdaję sobie sprawę, że każdy elektronik (ja jestem technikiem elektrykiem) posiada własne preferencje i trudno każdego uszczęśliwić. Dlatego nie domagam się tematu dla siebie (chociaż lubię elektroakustykę, PC-ty i różne proste układy do zastosowania w domu i pracy), ale muszę prosić o zachowanie rozsądnych proporcji. Jest jeszcze coś, co bardzo mi się podoba w obu miesięcznikach. Chodzi mi o ten szczególny, ciepły kontakt z czytelnikami, zwłaszcza w EdW. (...)
Dalej Ireneusz dzieli się doświadczeniami nt. wykonywania płytek.
Dziękujemy za list! Rozważymy też kwestie dotyczące projektu rozbudowanego monitora napięcia sieci. Jednak według naszej wiedzy, skutecznym i niezawodnym zabezpieczeniem przed nadmiernym wzrostem napięcia sieci byłoby użycie tzw. przekaźników nadnapięciowych, używanych w niektórych działach energetyki.

Swoją metodę wykonywania płytek opisał również **M. Adamczyk**, nasz Czytelnik z Niedzicy. Nie potrafiliśmy odcyfrować z nagłówka listu jego imienia, ale zacytujemy fragmenty listu:
Chwała wam za to oraz podziękowanie, że to już 8 numer o tej samej cenie 3,90zł. (...) Kochani, czyńcie tak dalej, bo my hobbyści, tak długoletni, jak i początkujący, cenimy was i będziemy cenić za to, że całe pismo jest na temat, który nas interesuje. Za wstawienie wkładki z rysunkami ścieżek w skali 1:1 stokrotne dzięki - wasze rozumienie potrzeb czytelników tylko zasługuje na uznanie. Profesjonalnie wykonane płytki oferowane przez was to jest coś, jednak ich cena + VAT + wysyłka to nieraz cena całego urządzenia i wykonanie samemu płytki daje obniżenie kosztów i satysfakcję, że się samemu wszystko wykonało. (...)
Odnośnie odpowiedników układów cyfrowych wyjaśniamy, że ogromną większość układów wykonujemy i będziemy wykonywać z użyciem kostek z rodziny CMOS 4000. Mają one inny układ wyprowadzeń, niż układy TTL o analogicznych funkcjach. Klasyczne kostki TTL z rodziny 7400, 74H00 czy 74S00 to dziś już absolutny przeżytek - w układach komputerowych i mikroprocesorowych używa się wersji 74HCT00, 74HC00, 74LS00 i jeszcze nowszych. Gruntowna prezentacja dostępnych dziś układów cyfrowych pojawi się na łamach EdW prawdopodobnie już za miesiąc lub dwa.

Rafał Król z Białogardu ma kłopoty z telewizorem, do którego pilot się gdzieś zagubił. Rzeczywiście, bez pilota nie można skorzystać z telegazety. Nie wiemy jaki kod zdalnego sterowania jest używany w Twoim odbiorniku. Jeśli RC-5, to możesz wykorzystać popularny krajowy pilot z kostką SAA3010. W razie niepowodzenia raczej nie próbuj dalszych eksperymentów. Proponujemy Ci, żebyś poszukał odpowiedniego pilota w jednej z wielu firm, które się w tym specjalizują. Zwykle takie firmy posiadają listę odpowiedników i ewentualnie wskażą Ci zamiennik. Może też pomoc uzyskasz w lokalnym punkcie serwisowym.

Krzysztof z Siemianowic zadał pytania na temat układów CMOS: *Wiem, że układy CMOS są wrażliwe na ładunki statyczne, więc zapytałem w sklepie czy są one jakoś zabezpieczone. Sprzedawca powiedział, że mają zabezpieczenia w środku i że można dotykać ich wyprowadzeń. Czy to prawda?*
(...) Proszę Was o poświęcenie artykułu bądź napisanie w Poczcie, czy układy CMOS są w ochronnym opakowaniu, jak takie opakowanie wygląda, czy są odporne na te ładunki, jak takie układy ochraniać i przechowywać?
Mamy problem! Czy podać Wam informacje zawarte w książkach, zalecające daleko posunięte środki ostrożności? Czy napisać, jak obchodzimy się z CMOSami my, redaktorzy EdW, konstruktorzy prezentowanych układów? Może w skrócie jedno i drugie.
Pierwsze wersje układów MOS i CMOS rzeczywiście były podatne na uszkodzenia. Przy ich montażu stosowano metalowe stoły, i obowiązkowo wszystkie metalowe elementy były uziemiane. Osoby pracujące przy takich układach także były uziemione (za pomocą metalowej bransolety na ręce lub nodze).
Z czasem do takich wrażliwych układów rzeczywiście wbudowano obwody zabezpieczające. Jednak nadal w katalogach, także tych znanych i dobrych firm, można znaleźć wskazówki, że przyrządy, narzędzia i ludzi mających kontakt z układami scalonymi należy uziemić. Co ciekawe takie wskazówki dotyczą nie tylko układów CMOS, ale również niektórych precyzyjnych i delikatnych układów wykonanych w technologii bipolarnej. Tyle mówią mędrcy. Delikatne układy scalone są pakowane w plastikowe szyny, które zwykle wykonane są z tworzywa, które nie jest dobrym izolatorem, tylko stanowi dla prądu pewną ogromną oporność. To wystarczy, żeby rozładować ewentualne ładunki statyczne. Na takich szynach

zwykle spotyka się napis antistatic.
Natomiast codzienna praktyka jest zupełnie inna. Prawie nikt nie przejmuje się dziś niebezpieczeństwem uszkodzenia pod wpływem ładunków statycznych. Z układami CMOS prawie wszyscy obchodzą się bez żadnych ceregieli. Trzymają je w pudełkach po zapałkach, nie wahają się dotykać ich wyprowadzeń. I co? Jeśli nawet zdarzają się uszkodzenia kostek z takiego tytułu, są one naprawdę niezmiernie rzadkie. Z praktyki wiadomo, że jeśli kostki się psują, najczęściej dzieje się to już w zmontowanym układzie, zwykle podczas prób (dlatego naprawdę należy unikać lutowania i innych manipulacji w układzie, który jest zasilany).
Co więc o tym myśleć? Decyzję pozostawiamy Czytelnikom - jak zawsze zalecamy umiar, a przy szczególnie kosztownych układach nadmiar ostrożności nigdy nie zaszkodzi.

Michał Zajączkowski z Wrocławia przesłał pocztą elektroniczną następujący list:
Witam całą redakcję EdW i jako kolejna osoba składam gratulacje z powodu stworzenia takiego pisma. Mam 16 lat, w elektronice do tej pory poruszałem się po omacku - zrobiłem układ, ale pod dyktando opisu, a poza tym nie miałem pojęcia, jak on działa. Wasze pismo nauczyło mnie czegoś: prawidłowo zmontowany układ musi działać. Każdy błąd da się odnaleźć i usunąć. Co prawda nie dysponuję dużym laboratorium - jeden miernik uniwersalny, ale też, do tej pory nic "dużego", co wymagałoby lepszego sprzętu, nie zrobiłem.
Mam jednak kilka uwag do EdW.
Powinniście też uczyć elektroniki jako takiej, a nie tylko zabawy z układami cyfrowymi. Myślę tu o różnych dławikach, mostkach i sam nie wiem, czym jeszcze. Dla mnie w dalszym ciągu są to czary.
Wyjaśniajcie trudne terminy, np. co to jest impedancja?
Poza tym mam do redakcji dwie prośby:
- czy istnieje jakaś kostka spełniająca funkcję zegara z dwoma alarmami? jeśli tak, to bardzo proszę o nazwę i schemat wyprowadzeń.
- czy moglibyście zamieścić w piśmie schemat, bądź też wspomnieć samą ideę działania pH-metru?
Cieszymy się, że Waszym zdaniem, pomału "odczarowujemy" elektronikę. My, redaktorzy EdW znamy wspomniany problem od podszewki, bo wychowaliśmy się na literaturze, w której aż roiło się od błędnych schematów, mętnych opisów i wyjaśnień. Wiemy, że często publikowano układy, które wcześniej nie zostały wykonane ani sprawdzone. Rzeczywiście, wkładamy dużo wysiłku w przygotowanie i gruntowne przetestowanie opisywanych układów. Jest to zasługa autorów projektów, którzy są zobowiązani przedstawić działający model. Jednak żaden układ nie trafi na łamy EdW, jeśli nie zostanie dokładnie go.
Odnośnie "elektroniki jako takiej", mamy głębokie przekonanie, że najlepszą formą nauki jest eksperyment. A teorię, definicje i wzory znajdziecie w opasłych (i zwykle nudnych) książkach. My będziemy przedstawiać tylko te sprawy, które rzeczywiście w podręcznikach są przedstawiane w sposób zawikłany i nieprzystępny. Przykładem są elementy indukcyjne. Redaktor Piotr Górecki wkrótce poświęci temu zagadnieniu kilka swoich Listów.
Kostka zegara z dwoma alarmami to np. LM8364 firmy Sanyo. Zegar z jej wykorzystaniem przedstawimy w jednym z najbliższych numerów EdW.
Według naszej wiedzy, całą tajemnicą pH-metru jest czujnik, który wytwarza napięcie zależne od pH środowiska. Ponieważ czujnik taki ma ogromną rezystancję wewnętrzną, pewną trudnością było dotychczas wykonanie wzmacniacza pomiarowego, który musi mieć bardzo mały prąd polaryzacji wejść. Przy użyciu współczesnych wzmacniaczy operacyjnych najlepszych firm nie jest to już większym problemem. Jeśli ktoś zna bliżej temat czujników do pH-metrów, prosimy o listy. Chętnie je opublikujemy.

Michał Statkiewicz z Krasnołęki pisze:
Szanowna Redakcjo EdW!
Bardzo podoba mi się Wasze pismo i sposób w jaki się w nim traktuje elektronikę. Podoba mi się to, że tak wielki wpływ na postać EdW mają sami Czytelnicy, jak również to, że z podniesionym czołem przyznajecie się do błędów, które od czasu do czasu wkradają się mimo naszej i Waszej woli. (...)
Bardzo cieszy mnie Wasze podejście do spraw bezpieczeństwa podczas przeprowadzania eksperymentów.
Z wykształcenia jestem elektrykiem, posiadam uprawnienia SEP i doskonale zdaję sobie sprawę z konieczności zachowania środków ostrożności podczas pracy. Mam sporą praktykę w budowaniu urządzeń elektronicznych, ale bardzo niewielką w samodzielnym ich projektowaniu, a więc cała nadzieja w "Systemie projektowania modułowego".

ERRARE HUMANUM EST

W numerze wrześniowym EdW wytropiliście następujące błędy:

- W artykule "Alarm z podwójną wiązką podczerwieni" na str. 31 na rysunku 3 błędnie opisano pojemności kondensatorów C2 i C11. Ich pojemność wynosi 2,2µF, tak jak podano w spisie elementów. Podobnie rezystor R13 ma wartość 4,7kW. Natomiast w spisie elementów odbiornika zabrakło wartości R11, wynoszącej 1MW.
- Na stronie 48 w artykule "Moduł wykonawczy dużej mocy..." tekst w drugiej szpalcie u dołu strony powinien brzmieć" "stany wysokie przekazywane z wyjścia sterownika AVT-2047 na złącze Z18 wysterowują..." (Błędnie podano numer złącza.)
- Rysunek 4 - przykładowa sekwencja błysków - na stronie 49 ("Inteligentny symulator alarmu) powinien mieć numer 2.
- W tym samym artykule, w pierwszej kolumnie na str. 50 fragment: "jeden dłuższy zielony" powinien brzmieć "dwa dłuższe zielone".
- Stona 52, "Timerek do jajek", w trzeciej szpalcie u góry zamiast "bramki U5C" powinno być "bramki U5B".

Nagrodę-niespodziankę wylosował Piotr Krzepa.

Creator Master PDF Editor

Proponowany układ jest kontynuacją cyklu rozpoczętego przez opis programatora do modeli zabawek AVT-2047. Podsumujmy nasze skromne osiągnięcia w tworzeniu tak szumnie nazwanego "Działu Robotyki". Do konstruowania robotów jest nam wprawdzie jeszcze trochę daleko, ale początek został zrobiony: mamy przecież to co najważniejsze - prosty w wykonaniu mechanicznym układ napędowy do pojazdów. A więc, przypomnijmy sobie, a zwłaszcza tym, którzy niedawno dołączyli do grona Czytelników EdW, czym dysponujemy. Programowany sterownik do zabawek AVT-2047 zawiera w sobie aż dwa ważne elementy: programator umożliwiający "nauczenie" dowolnego urządzenia wykonywania ośmiu różnych czynności i sterownik do modeli pojazdów mechanicznych napędzanych tradycyjnymi silnikami prądu stałego. Moduł sterownika silników krokowych AVT-2059 jest, jak do tej pory, największym naszym osiągnięciem. Koniec z budową skomplikowanych przekładni napędowych do modeli pojazdów, wszystkie potrzebne funkcje realizujemy wyłącznie na drodze elektronicznej. Moduł jest w pełni kompatybilny z programatorem AVT-2047. Dwa moduły wykonawcze: AVT-2098 i AVT-2099 są przeznaczone do współpracy z programatorem AVT-2047. Moduł 2099 może sterować odbiornikami prądu stałego średniej mocy, natomiast 2098 nie ma praktycznie żadnych ograniczeń co do mocy sterowanych urządzeń. Moduł AVT-2095 służy do podtrzymania zawartości pamięci programatora AVT-2047 i umożliwia zachowanie zarejestrowanego programu przez praktycznie dowolnie długi okres czasu. Sporo tego już się uzbierało, a przecież to dopiero początek naszej przygody z robotyką.

Wracajmy jednak do urządzenia, którego wykonanie proponujemy w tym artykule. Opisując pojazd napędzany silnikami krokowymi autor stwierdził, że "będzie to urządzenie, które ma więcej w głowie niż w mięśniach". Najwyższa więc pora, aby dać naszym zabawkom trochę "bardzo małego rozumku". Tylko po co rozum komuś, kto nie ma żadnego kontaktu z otoczeniem, nie posiada żadnych zmysłów? Zacznijmy więc od obdarowania naszych urządzeń... oczami. Jeden taki układ autor pozwolił już sobie przedstawić Czytelnikom EdW 1/96. Było to jednak urządzenie bardzo proste i całkowicie osamotnione, nie posiadające żadnych możliwości rozwoju. Natomiast proponowany układ radarowych oczu już teraz może współpracować ze sterownikami silników zarówno tradycyjnych jak i krokowych oraz z modułem programatora i ma przed sobą bardzo jeszcze długą listę urządzeń towarzyszących.

Zadaniem układu jest umożliwienie sterowanemu przez niego pojazdowi bezpiecznego poruszania się w otaczającym go świecie. Napotkane na drodze pojazdu przeszkody zostaną, nawet w całkowitej ciemności, zawczasu zauważone i w większości przypadków bezpiecznie ominięte. Dlaczego tylko w większości przypadków, a nie zawsze? Ponieważ jak na razie rozumek systemu jest jeszcze mikroskopijny, a proponowane urządzenie jest jedynie prostym układem automatyki. Zabawa jednak będzie doskonała, szczególnie wtedy, kiedy wykonamy dwa identyczne pojazdy. Będą one wtedy nie tylko omijały przeszkody, ale i "tańczyły" dookoła siebie, starannie się omijając. A zatem reanimujemy obecnie dawno zapomnianą ideę "żółwi elektronicznych"! Zabawka wykonana z wykorzystaniem opisanego niżej układu będzie miała tylko jedną skazę na charakterze: paniczny lęk przed pilotami od telewizorów i magnetowidów!

Tym Kolegom, którzy niecierpliwie oczekują na nieco bardziej inteligentne zabawki, autor proponuje zwrócić uwagę na obiecująco wyglądające, jeszcze na razie do niczego nie potrzebne złącze Z1

na schemacie i płytce układu. Może ono w przyszłości umożliwić połączenie naszego pojazdu z kompute... no tak, autor znowu się wygadał! Tak, takie urządzenie jest już w fazie testowania!

Opis działania

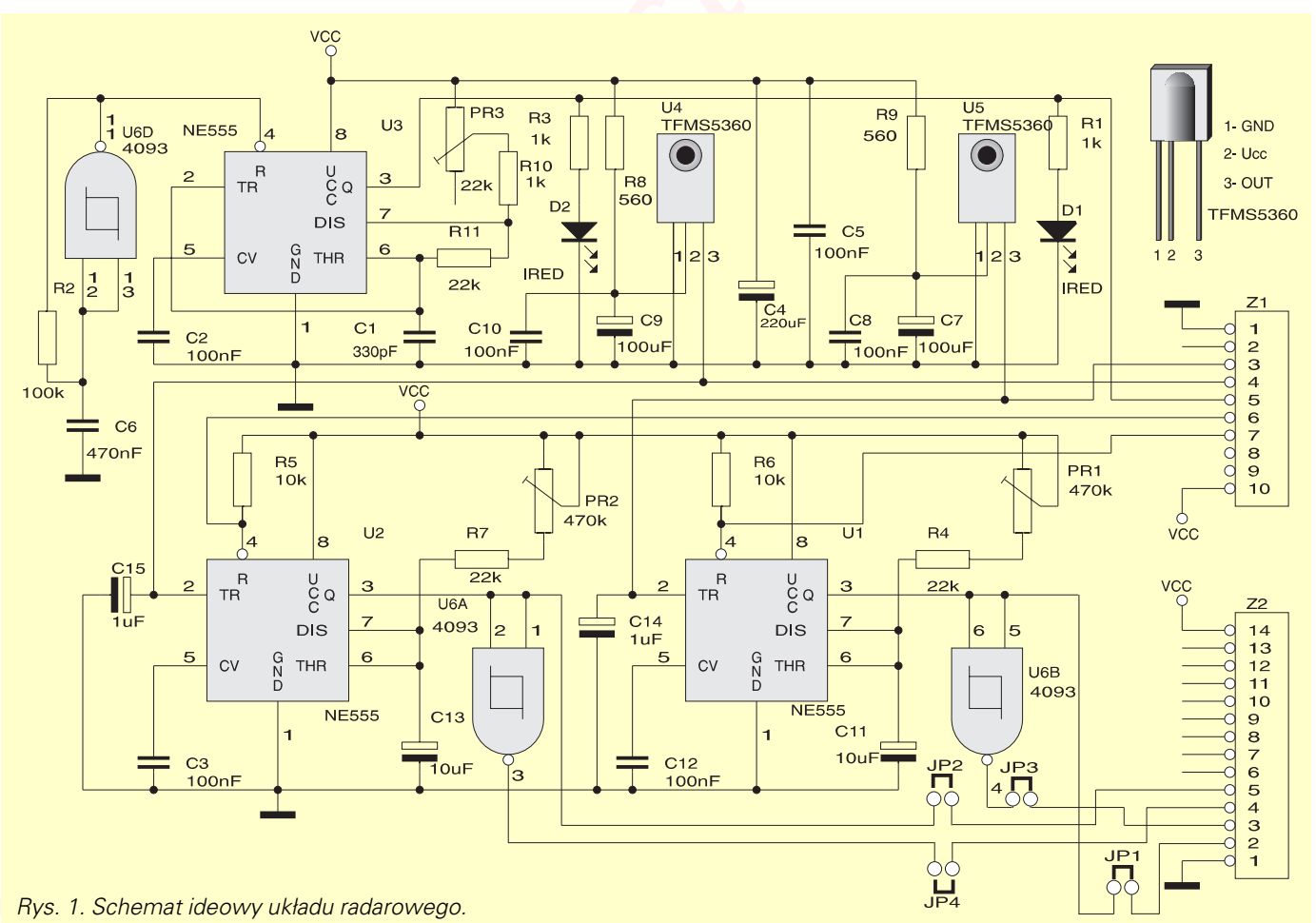
Schemat ideowy proponowanego układu pokazany został na **rysunku 1**.

Kostka TFMS5360 jest scalonym, kompletnym odbiornikiem modulowanych sygnałów nadawanych w pasmie podczerwieni. Po odebraniu ciągu impulsów o właściwej częstotliwości, napięcie na wyjściu spada do potencjału masy. Do naszych celów układ ten nadaje się wiec idealnie: jest absolutnie nieczuły na światło widzialne, ani nawet na podczerwień niemodulowaną lub modulowaną niewłaściwą częstotliwością. Zastosowanie tego podzespołu nie tylko więc znakomicie upraszcza projekt, ale daje pełną gwarancję, że układ będzie pracował poprawnie przy każdych warunkach zewnętrznych.

A tak na marginesie, autor chciałby podzielić się z Kolegami pewnym spostrzeżeniem, które może ułatwić Im konstruowanie układów z TFMS5360 . Podczas prób z tym układem wyszła na jaw pewna jego cecha, nie podawana w katalogach. Otóż układ ten oświetlony wiązką modulowanej podczerwieni reaguje początkowo zgodnie z oczekiwaniami: tranzystor zwiera wyjście do masy. Jeżeli jednak emisja potrwa dłużej niż ok. 0,25 sekundy to układ po prostu się wyłącza, przestając reagować na dalsze oświetlanie go modulowaną podczerwienią.

Na schemacie wyraźnie wyodrębniają się trzy bloki funkcjonalne: blok nadajnika podczerwieni, zrealizowany oczywiście z układem NE555, pracującym jako generator astabilny i bramką Schmitta U6D, pracującą także jako generator kluczujący nadajnik częstotliwości nośnej. Elementami wykonawczymi są dwie diody nadawcze podczerwieni (IRED) - D1 i D2. Cały ten fragment układu ma za zadanie wysyłanie "paczek" impulsów o częstotliwości właściwej dla danego typu układu TFMS, które po ewentualnym odbiciu od napotkanej przeszkody trafią do układu odbiorczego. Kluczowanie nadajnika fali nośnej jest niezbędne ze względu na wspomniana wyżej cechę układu TFMS.

Układ odbiorczy zbudowany jest z dwóch opisanych wyżej układów TFMS. Po dotarciu do tych odbiorników wiązki światła odbitego od przeszkody na ich wyjściach pojawia się ciąg ujemnych impulsów o częstotliwości ok. 4Hz. Impulsy te przesyłane są do kolejnego bloku urządzenia: układu formującego sygnały przekazywane następnie do modułu wykonawczego - sterownika silników. Niezwykle ważną rolę spełniają tu cztery jumpery J1...J4, które pozwolą dostosować układ do charakterystyki trakcyjnej sterowanego pojazdu. Dwa generatory monostabilne zrealizowane na układach NE555 - U2 i U3 zamieniają ciąg impulsów ujemnych odbieranych z wyjść U4 i U5 na pojedynczy, znacznie dłuższy impuls dodatni. Impulsy te dostarczane są następnie na końcówki 5 i 4 złącza Z2, czyli na wejścia sterownika silników, na których wystąpienie stany wysokiego spowoduje obracanie się silników do tyłu. Te same impulsy po zanegowaniu przez bramki U6A i U6B zostają skierowane poprzez złącze Z1 na wejścia sterownika odpowiedzialne z obracanie silników do przodu. Tak więc po zauważeniu przeszkody np. z lewej strony prawy silnik zaczyna obracać się wstecz, powodując skręt pojazdu w prawo. Kąt o jaki zmieni się tor poruszania się pojazdu zależy od długości impulsów generowanych przez U1 i U2. Jeżeli pojazd napotka na przeszkodę dokładnie z przodu, to obydwa silniki dadzą "całą wstecz" i pojazd początkowo będzie poruszał się po linii prostej do tyłu. Ponieważ jednak dłu-



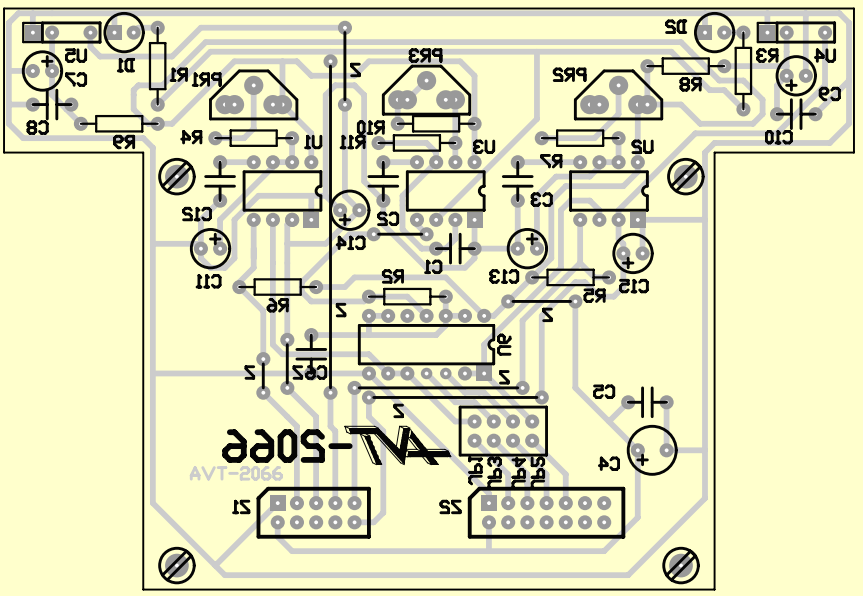
Rys. 1. Schemat ideowy układu radarowego.

gość impulsów generowanych przez U1 i U2 różni się nieco od siebie (wspomnimy jeszcze o tym podczas opisywania uruchamiania układu) jeden z silników zmieni kierunek obrotów wcześniej od drugiego. W efekcie pojazd po wycofaniu się na bezpieczną odległość od przeszkody lekko skręci i rozpocznie dalszą jazdę do przodu.

Montaż i uruchomienie

Na **rysunku 2** pokazane jest rozmieszczenie elementów na jednostronnej płytce drukowanej. Montaż wykonujemy w sposób typowy, rozpoczynając od wlutowania kilku zworek. Następnie montujemy elementy o najmniejszych gabarytach, nie zapominając o podstawkach pod układy scalone. W nietypowy sposób montujemy jedynie układy TFMS. Musimy umieścić je pionowo, w odległości ok. 10 mm od płytki. Najpierw wlutowujemy dwie skrajne nóżki, a następnie układ lekko wyginamy, tak aby "patrzył" pod kątem ok. 30...45° w bok od pojazdu (patrz **rysunek 3**). Po ustawieniu układu przylutowujemy trzecią nóżkę. Diody nadawcze podczerwieni ustawiamy podobnie, po kątem do osi pojazdu i wysunięte nieco przed odbiorniki. Zapobiega to oświetlaniu odbiorników bezpośrednim światłem diod.

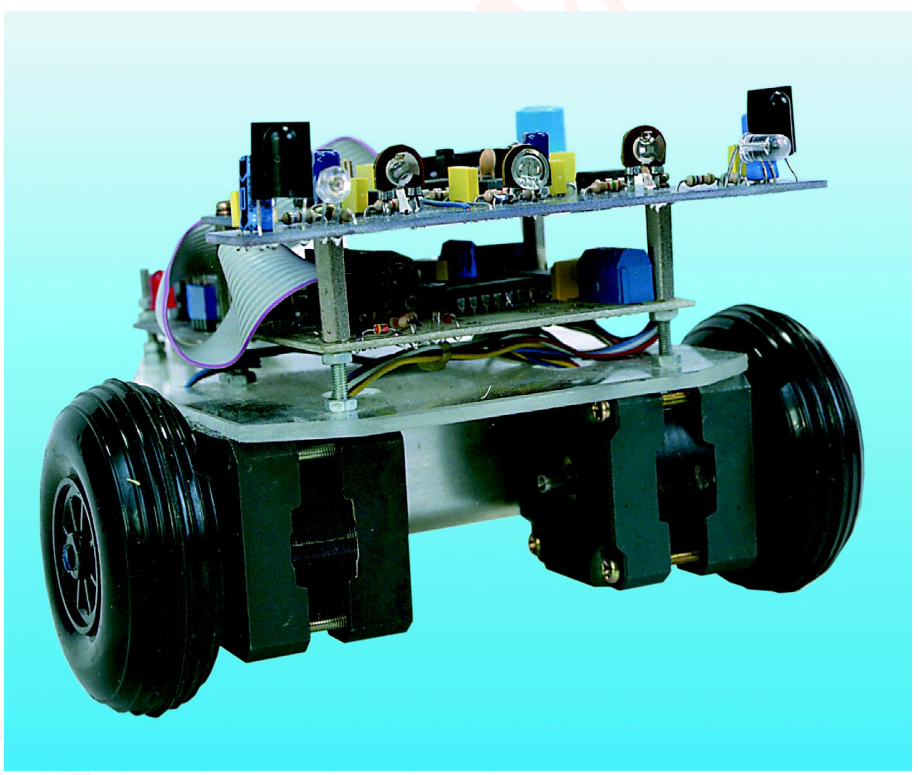
Po zmontowaniu całości pozostaną nam jeszcze proste czynności regulacyjne. Układ dołączamy do źródła zasilania 5VDC, którym może być zasilacz lub któryś ze sterowników silników (AVT2047B lub AVT2059), oczywiście z odłączonymi na czas regulacji silnikami. Pierwszą czynnością jaką będziemy musieli wykonać jest regulacja częstotliwości pracy generatora multistabilnego z NE555 - U3. Częstotliwość ta musi dokładnie odpowiadać częstotliwości do jakiej przystosowane są zastosowane w układzie odbiorniki. Tu jeszcze jedna uwaga dotycząca układu TFMS5360, a właściwie całej rodziny tych układów. Produkowane są one w sześciu wersjach różniących się częstotliwością pracy. W układzie modelowym zastosowany został układ przystosowany do częstotliwości nośnej 36kHz. Dla ułatwienia Czytelnikom regulacji urządzenia zamieszczamy wykaz tych układów i odpowiadających nim częstotliwości.

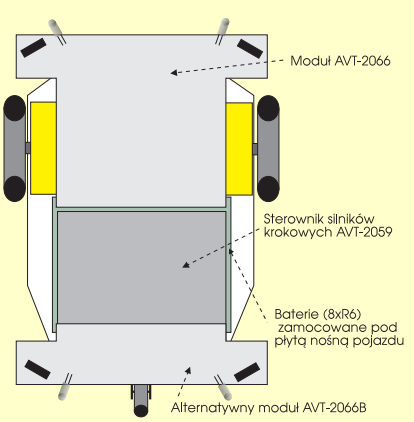


Rys. 2. Rozmieszczenie elementów na płytce.

Typ układu	Częstotliwość nośna
TFMS5300	30 kHz
TFMS5330	33kHz
TFMS5360	36kHz
TFMS5380	38kHz
TFMS5400	40kHz
TFMS5560	56kHz

Regulacji częstotliwości dokonujemy za pomocą potencjometru montażowego PR3, kierując się wskazaniami miernika częstotliwości. Jeżeli go nie posiadamy, nie ma problemu, regulację możemy też wykonać bez żadnych przyrządów pomiarowych. Podłączamy zasilanie do układu (+5VDC) i naprzeciwko płytki, w odległości paru centymetrów ustawiamy jakikolwiek przedmiot w jasnym kolorze. Jako element pomocniczy wykorzystamy diodę LED dołączoną poprzez re-





Rys. 3.

zystor szeregowy o wartości ok. 560W pomiędzy plus zasilania i wyjście jednego z układów TFMS. Pokręcając potencjometrem PR3 staramy się uzyskać efekt migotania pomocniczej diody kontrolnej. Następnie odsuwamy nieco przedmiot odbijający światło i powtarzamy regulację aż do uzyskanie maksymalnej czułości. Pamiętajmy jednak, że zbyt duża czułość układu może uniemożliwić mu prawidłową pracę! Właściwą odległością, z jakiej pojazd powinien reagować na przeszkody wynosi w zależności od jego prędkości i rodzaju terenu w jakim będzie się poruszał około 10...30 cm. Gdyby czułość układu okazała się zbyt duża, to możemy wymienić rezystory R1 i R3 na inne, o większej wartości.

Po zmontowaniu płytkę dołączamy za pośrednictwem kabla taśmowego do modułu AVT2047B lub AVT2059 i całość umieszczamy w modelu pojazdu. Teraz nastąpi drugi, jeszcze prostszy etap regulacji.

Musimy teraz ustawić długość impulsów generowanych przez uniwibratory U1 i U2. Tutaj autor nie jest w stanie udzielić Wam dokładnych wskazówek, ponieważ czas ich trwania zależy wyłącznie od szybkości pojazdu i Waszych założeń co do dynamiki jego ruchu. Pojazd doświadczalny napędzany silnikami krokowymi od stacji dysków po zauważeniu przeszkody wykonywał zwrot w miejscu o ok. 120° i kontynuował jazdę do przodu. Dawało to dobre rezultaty i teki sposób regulacji można śmiało Kolegom polecić.

Możemy także zastosować nieco inny sposób wykonywania zwrotów przez nasz model. Jeżeli rozewrzemy jumpery JP2 i JP1 to zwrot będzie wykonywany z zatrzymanym jednym silnikiem, nie w miejscu lecz łagodnym łukiem. Warto wypróbować obydwa sposoby i ustalić, który daje lepsze efekty.

Wspomniano już o lęku, jaki odczuwa nasza zabawka przed pilotami. To oczywiste: światło emitowane przez pilota jest przez układ traktowane jak odbite od przeszkody! Nie zawsze jednak model musi uciekać przed pilotem, w prosty sposób możemy zmusić go do podążania za wiązką podczerwieni przez niego emitowaną. Wystarczy tylko zmienić ustawienie jumperów i pomajstrować przy przewodach zasilających silniki. Sami jednak domyślcie się, drodzy Koledzy, jak to zrobić. Pamiętajcie tylko o jednym: diody D1 i D2 w takim trybie pracy muszą być odłączone, ponieważ w innym wypadku pojazd będzie atakował napotkane przeszkody!

Zbigniew Raabe

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory
PR1, PR2: 470kW
PR3: 22kW
R1, R3, R10: 1kW
R2: 100kW
R4, R7, R11: 22kW
R5, R6: 10kW
R8, R9 560W

Kondensatory
C1: 330pF
C2, C3, C5, C8, C10, C12: 100nF
C4: 220µF/16V
C6: 470nF
C7, C9: 100µF/16V
C11, C13: 10µF/16V
C14, C15: 1µF/16V

Półprzewodniki
D1, D2: IRED
U1, U2, U3: NE555
U4, U5: TFMS5360
U6: CMOS 4093

Różne
JP1, JP2, JP3, JP4: goldpiny z jumperami
Z1: złącze goldpin 10
Z2: złącze goldpin 14 + 2 wtyki 14 z kablem taśmowym ok. 15 cm.

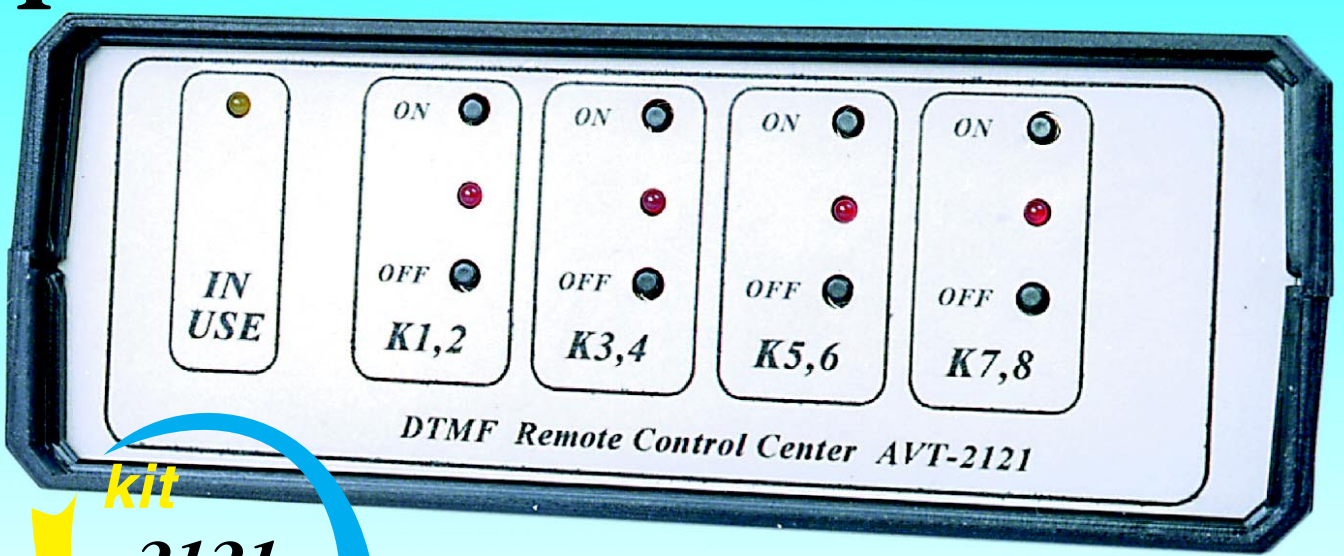
Cd. ze str. 6

Temat zupełnie nie związany z elektroniką poruszył **Marek Kwaśnica** z Koszlina: *Chodzi mi o pisownię tytułu Waszego miesięcznika na stronie tytułowej. Zgodnie z zasadami pisowni w tytułach czasopism wszystkie wyrazy (z wyjątkiem występujących wewnątrz tytułu spójników i przyimków) piszemy wielką literą, a więc słowo "wszystkich" powinno być napisane tak, jak wymaga tego obowiązująca reguła (nie słyszałem bowiem, aby się zmieniła). Kolejnym argumentem może być fakt, że "Elektronika dla Wszystkich" jest tytułem, który podlega odmianie gramatycznej. Skąd więc ta innowacja, skoro wewnątrz numeru często pojawia się prawidłowy zapis?*
Rzeczywiście, reguła pisowni tytułów czasopism się nie zmieniła, stąd w naszych tekstach piszemy "Elektronika dla Wszystkich". Lecz może być ona pominięta przy wszelkiego rodzaju opracowaniach graficznych, szczególnie zaś przy tzw. logo. Spójrz na stronę 73, na której są zamieszczone winiety czasopism wydawanych przez AVT. Spójrz na okładki czasopism w kiosku. Prawda, że znaczna część tytułów jest niezgodna z zasadami stosowania wielkich i małych liter?
W przypadku, gdy nośnikiem informacji jest nie tylko tekst, ale i obraz, dopuszczalne jest zrezygnowanie z powszechnie obowiązujących zasad ortografii. Klasycznym przykładem jest poezja e.e. cummingsa. (Tak, właśnie taką pisownię jego nazwiska widzi się na okładkach jego książek i w opracowaniach go dotyczących.)
Niemniej, bardzo nas ucieszył Twój list. To bardzo budujące, że niektórzy z naszych czytelników zwracają uwagę na poprawną polszczyznę.

Adam Dziergas z Jastrzębia-Zdroju napisał: *Na początku listu pozdrawiam całą redakcję i wszystkich tych, których to czasopismo zauroczyło tak samo, jak mnie. Długo czekałem na takie wydanie gazety, które nawet przerosło moje oczekiwania - oby tak dalej. Najpierw kilka pytań odnośnie przyszłych artykułów: czy będziecie projektować układy, do których można wykorzystać stare płyty od PC-tów, które można kupić za niewielką sumę, a wielu z nas takie posiada. Mam na myśli różne sterowniki, mierniki, przetworniki. (...)*
Interesujący temat! Rozważaliśmy tę sprawę już dawno. Jednak do tej pory mamy poważne wątpliwości, czy powinniśmy się tym zająć. Jak zauważyliście, staramy się prezentować układy naprawdę dla każdego. Tymczasem stare płyty z procesorem 286 czy 386 występują w takiej ilości odmian, iż nie można szczegółowo wyjaśnić funkcji wszystkich przełączników, zworek i linii. Może się więc okazać, że do sukcesu zabraknie drobiazgu: jakiejś zworki, czy jednego połączenia na płycie głównej. Tym sposobem rozgrzejemy do czerwoności oczekiwania Czytelników, przedstawimy szerokie możliwości wykorzystania takich płyt i... zostawimy z niedokończonym układem (bo przecież nie zdołamy potem zdalnie wykryć przyczyn każdego niepowodzenia). Nie znaczy to jednak, że zdecydowanie odcinamy się od tematu. Podzielcie się Waszymi doświadczeniami w tym zakresie. Gotowi jesteśmy udostępnić łamy Forum, a nawet zwiększyć objętość tego działu, o ile tylko otrzymamy praktyczne i rzetelne materiały. A może ktoś z Was chciałby poprowadzić rubrykę dotyczącą PC-towskiego hardware'u?

Cd. na str. 62

Zdalne sterowanie przez telefon



kit 2121 AVT

część 1

Przed dwoma miesiącami przedstawiony był na łamach EdW prosty sposób zdalnego sterowania przy pomocy pilota telewizyjnego i scalonego odbiornika kodu RC-5. W tym miesiącu proponujemy wykorzystanie innego, równie interesującego sposobu zdalnego sterowania - z pomocą kodu DTMF. W artykule opisano pełnowartościowy system sterowania czterema urządzeniami przez linię telefoniczną. Urządzenie, nazywane dalej odbiornikiem, pracuje na zasadzie automatycznej sekretarki: jest podłączone do linii telefonicznej równolegle do istniejącego aparatu telefonicznego.

Wystarczy z dowolnego krańca świata zatelefonować do siebie do domu używając aparatu mającego możliwość wybierania tonowego; po kilku dzwonkach nasz odbiornik "przyjmie rozmowę" i zgłosi swoją gotowość sygnałem dźwiękowym - wtedy wystarczy nacisnąć jeden lub więcej klawiszy numerycznych w telefonie i urządzenie włączy lub wyłączy sterowane urządzenia, na przykład lampy oświetlenia zewnętrznego, system alarmowy, symulator obecności domowników, kuchenkę mikrofalową, magnetowid, itp.

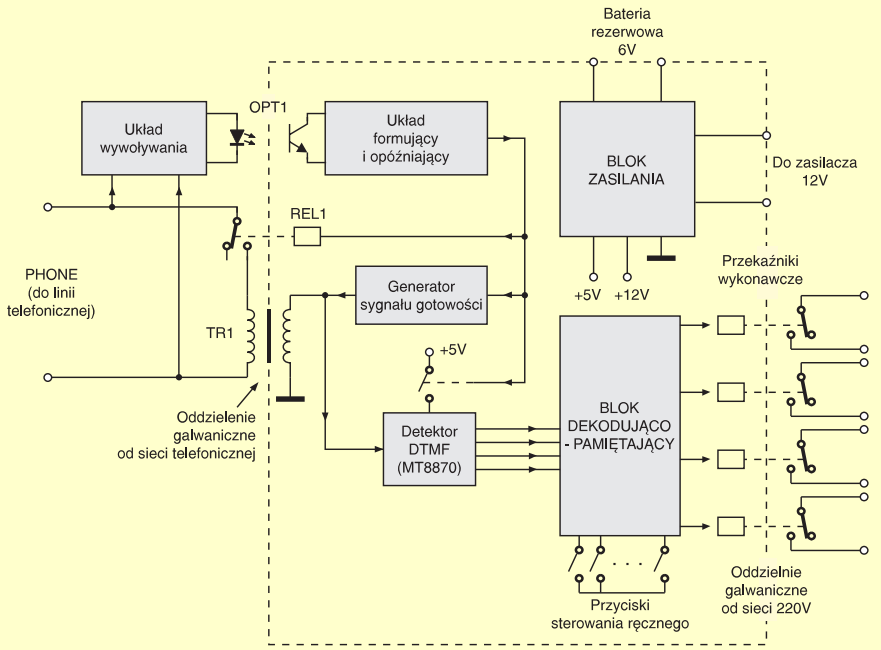
W sumie odbiornik pełni dość skomplikowane funkcje, jednak dzięki zastosowaniu nowoczesnych układów scalonych układ elektroniczny został uproszczony do niezbędnego minimum i jego budowa nie sprawi trudności. Co prawda szczegółowe zrozumienie działania urządzenia nie jest niezbędne do jego uruchomienia, jednak warto zapoznać się z jego pracą, choćby ze względu na zastosowane rozwiązania układowe. Podane wskazówki będą dużą pomocą dla wszystkich początkujących konstruktorów.

Opis układu

Schemat blokowy odbiornika pokazano na **rysunku 1**. Linia telefoniczna podłączona jest do zacisków oznaczonych PHONE. Przychodzący z centrali sygnał wywołania (dzwonienia) o częstotliwości 25Hz i amplitudzie kilkudziesięciu woltów przechodzi przez układ wywołania i powoduje pulsujące świecenie diody LED zawartej w transoptorze OPT1.

Układ formujący i opóźniający decydują, po ilu dzwonkach odbiornik zareaguje i niejako "odbierze rozmowę". Po tym ustalonym czasie zadziała przekaźnik REL1, który dołączy do linii jedno z uzwo-

- zdalne sterowanie z wykorzystaniem dowolnego klawiszowego aparatu telefonicznego (z funkcją tonowego wybierania numeru)
- możliwość sterowania za pomocą lokalnej klawiatury
- możliwość sterowania pracą od jednego do czterech urządzeń
- niezależność od sieci energetycznej dzięki rezerwowemu zasilaniu z czterech ogniw R6
- pobór prądu przez układ poniżej 1µA (w spoczynku)
- prosta konstrukcja dzięki zastosowaniu specjalizowanego dekodera DTMF
- niski koszt wykonania



Rys. 1. Schemat blokowy odbiornika.

jeń transformatora TR1. Odpowiada to podniesieniu słuchawki w aparacie telefonicznym - centrala przestanie wysyłać sygnały dzwonienia i rozmowa zostanie połączona. Jednocześnie z zadziałaniem przekaźnika REL1 podane zostanie napięcie zasilające na kostkę dekodera kodu DTMF. W linię zostaje też wysłany sygnał gotowości - ton ciągły trwający 1 sekundę.

Jeśli w takim stanie pracy odbiornik odbierze z linii sygnał standardu DTMF, wtedy na wyjściach dekodera DTMF pojawi się sygnał logiczny w postaci 4-bitowej liczby binarnej, odpowiadającej odebranemu znakowi. Jeśli odebrany kod odpowiada naciśnięciu jednego z klawiszy numerycznych 1...8, wtedy blok dekodująco-pomiętający zmieni stan jednego z czterech wyjść. Stany logiczne z tych czterech wyjść sterują przekaźnikami wykonawczymi.

Urządzenie zasilane jest z dowolnego zasilacza 12V 250mA, a dla całkowitego uniezależnienia się od sieci, przewidziano też zasilanie awaryjne w postaci baterii 6V. Przy zasilaniu bateryjnym nie działają wprawdzie przekaźniki wykonawcze, ale odbiornik przyjmuje i zapamiętuje rozkazy odbierane z linii telefonicznej.

Szczegółowy schemat ideowy odbiornika pokazany jest na **rysunku 2**. Natomiast przebiegi w ważniejszych punktach układu pokazane są na **rysunkach 3** i **4**.

Właściwy dekoder kodu DTMF to kostka U3. Kilka dwuwejściowych bramek Schmitta z kostek U1 i U2 (CMOS 4093) realizuje wszystkie niezbędne opóźnienia i zależności logiczne.

W stanie spoczynku, na wyjściach bramek U1A, U1B, U2D występuje stan niski, na wyjściach U1D, U1C i U2A - stan wysoki. Warto zwrócić uwagę, że wszystkie kondensatory elektrolityczne w stanie czuwania są pod napięciem. Dzięki temu są zawsze zaformowane i nie ma obawy błędnego działania układu wskutek prądów upływu.

Przychodzące sygnały dzwonienia powodują pulsujące świecenie diody transoptora OPT1. Aby jednak układ (podłączony na stałe równolegle do telefonu) nie reagował na przebiegi powstające podczas wybierania impulsowego, zastosowano diodę Zenera D2 oraz układ opóźniający R4, C2. Dzięki temu, na wyjściu bramki U1A powinien pojawiać się stan wysoki tylko podczas impulsów dzwonienia. Pokazano to na rysunku 3.

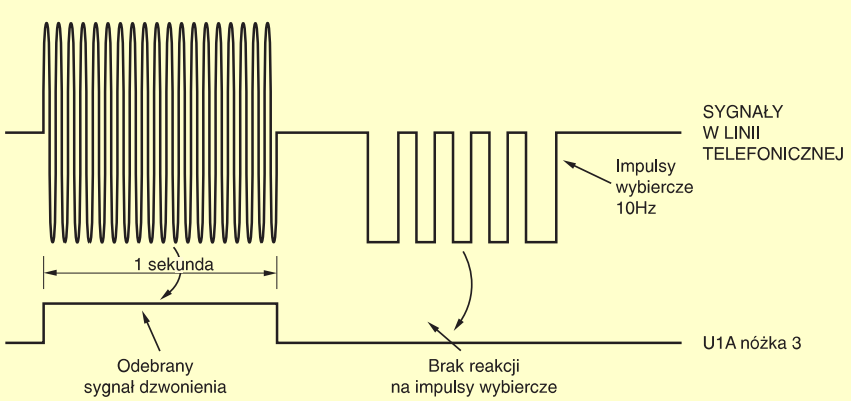
Każdy przychodzący jednosekundowy impuls dzwonienia powoduje rozładowanie kondensatora C3 przez diodę D3. Dzięki temu podczas dzwonienia na wyjściu bramki U1D stale utrzymuje się stan niski. Kondensator C5 jest stopniowo rozładowywany przez rezystor R7. Po przekroczeniu dolnego progu przełączania bramki U1B, na nóżce 9 bramki U1C pojawia się wysoki stan logiczny. Na wyjściu bramki U1C pojawia się stan niski, który przez rezystor R18 otwiera tranzystor T3 i podaje zasilanie na kostkę U3. Dzięki zastosowaniu tranzystora T3 układ w stanie spoczynku praktycznie nie pobiera prądu (poniżej 1µA). Jest to bardzo istotne przy korzystaniu z baterii rezerwowej.

Jednocześnie na wyjściu bramki U2D pojawia się stan wysoki. Po pierwsze spowoduje to zadziałanie przekaźnika REL1, zaświecenie diody LED D6 i włączenie w linię telefoniczną wtórnego uzwojenia transformatora TR1. Centrala potraktuje to jako podniesienie słuchawki w aparacie i połączy rozmowę.

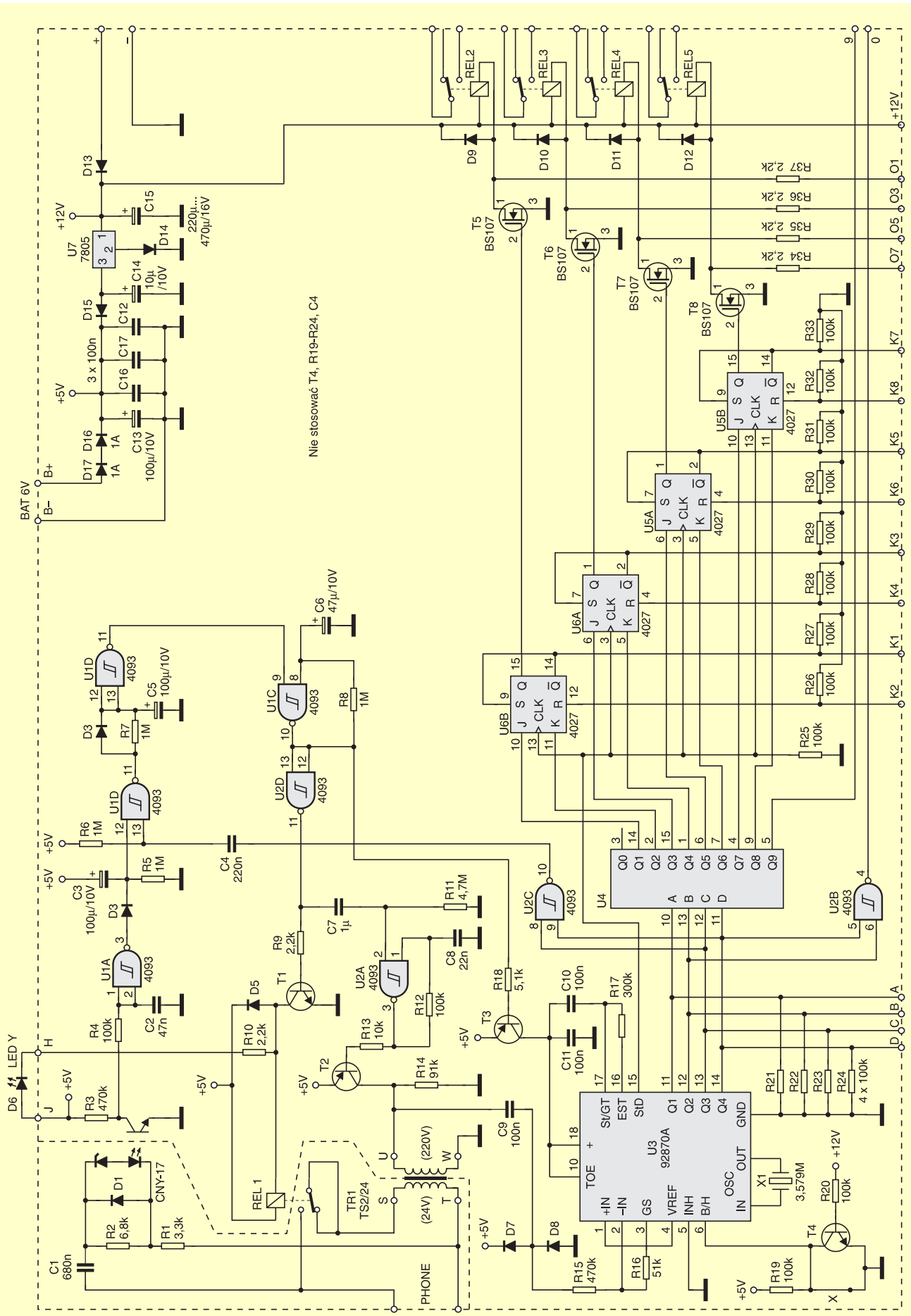
W momencie zadziałania przekaźnika na czas ustalony przez wartości C7, R11 (kilka sekund) uruchomiony zostanie także generator impulsów prostokątnych z bramką U2A. Impulsy te o częstotliwości około 1kHz zostaną wysłane w linię telefoniczną za pośrednictwem tranzystora T2. Tym samym urządzenie poinformuje abonenta wywołującego o swej gotowości do przyjęcia rozkazów - sygnałów DTMF. Abonent wywołujący naciśnie teraz w swym aparacie (pracującym oczywiście w systemie wywołania tonowego, nie impulsowego) odpowiednie klawisze. Przychodzące od niego sygnały DTMF przejdą do wejścia dekodera U3 przez transformator TR1, kondensator C9 i rezystor R15.

Szczegółowe informacje o dekoderze kodu DTMF - układzie scalonym typu 8880, zawarte są w artykule "Scalony dekoder kodu DTMF" w tym numerze EdW.

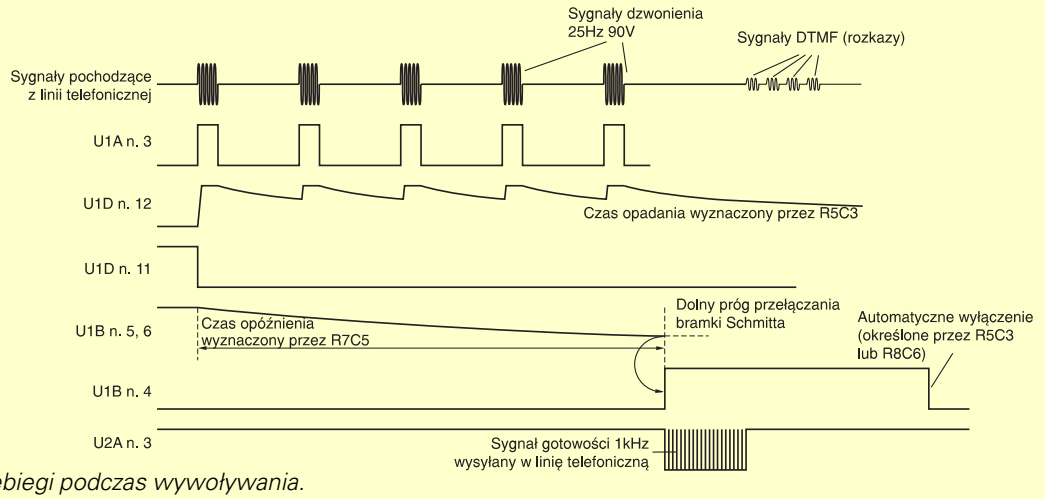
W roli transformatora separującego układ od linii telefonicznej zastosowano transformator sieciowy TS2/24. Spośród popularnych dwuwatowych transforma-



Rys. 3. Reakcja układu na sygnały w linii tlf.



Rys. 2. Schemat ideowy odbiornika.



Rys. 4. Przebiegi podczas wywoływania.

torków ten ma największe napięcie wtórne (24V) i najlepiej nadaje się do takiego celu.

Po odebraniu ważnego sygnału DTMF, na wyjściach Q1 - Q4 kostki U3 pojawi się liczba binarna odpowiadająca numerowi klawisza naciśniętego w aparacie. Jednocześnie na wyjściu oznaczonym StD (nóżka 15) pojawi się dodatni impuls, informujący że na wyjściach Q1-Q4 znajduje się świeżo odebrany kod.

Ten czterobitowy kod podany jest na wejście układu kostki U4, popularnego dekodera 1 z 10 CMOS 4028. Przy naciśnięciu klawiszy numerycznych 1...9, na jednym z wyjść dekodera U4 pojawi się stan wysoki. Natomiast dodatni impuls z wyjścia StD kostki U3 podany jest na wejścia zegarowe CLK czterech przerzutników J-K typu 4027 z kostek U5 i U6. Jak wiadomo, jeśli na obu wejściach J, K przerzutnika, podczas rosnącego zbocza na wejściu, występuje stan niski, to stan wyjść przerzutnika nie zmieni się. W przedstawianym układzie wejścia J, K są połączone z wyjściami dekodera dziesiętnego U4. W danej chwili, stan wysoki może więc wystąpić co najwyżej na jednym wyjściu dekodera U4 (lub na żadnym, gdy naciśnięto w telefonie cyfrę "0" albo znaki "#", "*").,

Jeśli podczas rosnącego zbocza na wejściu zegarowym, stan wysoki będzie na wejściu J, to wyjście Q zostanie ustawione w stan wysoki (gdy na wyjściu Q już wcześniej był stan wysoki - nic się tam nie zmieni). Jeśli z kolei podczas rosnącego zbocza sygnału zegarowego, stan wysoki wystąpi na wejściu K któregoś przerzutnika, to wyjście Q tegoż przerzutnika zostanie wyzerowane - pojawi się tam stan niski.

Wyjścia przerzutników dołączone są do bramek tranzystorów polowych MOSFET T5 - T8. W zasadzie można tu włączyć zwykłe tranzystory NPN (dodając rezystory w obwodzie bazy), jednak celowo zastosowano tranzystory polowe, aby uniknąć zużycia prądu w obwodach bazy. Ma to duże znaczenie, gdy przy braku napięcia sieci system jest zasilany z baterii rezerwowej. Dzięki zastosowaniu MOSFETów, prąd w obwodzie ich bramek nie płynie i gdy zabraknie napięcia zasilającego 12V, pobór prądu w stanie spoczynku będzie mniejszy od 1µA. Wprawdzie przekaźniki wykonawcze REL2-REL5 wyłączą się, jednak system nie zapomni stanów poszczególnych przerzutników - po włączeniu zasilania sieciowego właściwe przekaźniki znów zostaną uruchomione. Przy zastosowaniu zwykłych tranzystorów T5-T8, podczas zaniku napięcia sieci, prąd o wartości kilku miliamperów płynąłby w obwodach przerzutników, na których wyjściach występowałby stan wysoki.

W systemie przewidziano też możliwość ręcznego sterowania pracą przekaźników (i dołączonych do nich urządzeń). Wykorzystuje się do tego wejścia asynchroniczne S, R przerzutników. Dla zapewnienia na wejściach spoczynkowego stanu niskiego, konieczne jest zastosowanie rezystorów R26...R33. Podanie stanu wysokiego (uwaga! musi to być napięcie +5V, a nie +12V!) na jedno z wejść K1...K8 powoduje ustawieniu lub wyzerowanie odpowiedniego przerzutnika. Liczby 1...8 odpowiadają klawiszom w aparacie telefonicznym. Numery nieparzyste ustawiają przerzutniki (włączają przekaźniki), numery parzyste zerują przerzutniki (wyłączają przekaźniki). Odbiornik może być więc sterowany ręcznie za pomocą przycisków K1...K8 umieszczonych na płycie czołowej, oraz zdalnie z wykorzystaniem linii telefonicznej i aparatu z klawiaturą.

Do monitorowania stanu poszczególnych przekaźników przewidziano cztery diody LED, dołączane między wyjścia O1, O3, O5, O7 i dodatni biegun napięcia zasilającego 12V.

Aby urządzenie należycie spełniało przewidzianą funkcję, musi być wyposażone w układ automatycznego rozłączenia - w przeciwnym wypadku w razie pomyłki układ zgłosiłby swą gotowość i pozostał w tym stanie na stałe, a centrala potraktowałaby taki stan jak zwarcie linii i abonent zostałby odłączony.

Układ odłączy się od linii telefonicznej (puści przekaźnik REL1), gdy rozładowany podczas dzwonienia kondensator C3 naładuje się znów przez rezystor R5. Dodatkowo zastosowano też układ rozłączenia z bramką U1C. Należy zauważyć, iż w zasadzie pracuje ona jako generator (porównaj obwody bramki U2A). Pojawienie się stanu wysokiego na nóżce 9 bramki U1C uruchomi ten generator - po przyjęciu "rozmowy" i po czasie wyznaczonym wartościami R8 i C6, na nóżce 10 tej bramki znów pojawi się stan wysoki, co rozłączy połączenie i przywróci układ do stanu spoczynkowego (oczywiście, jeśli wcześniej nie naładuje się C3). Pojemność kondensatora C6 musi być odpowiednio duża, aby przed rozłączeniem można było spokojnie nadać rozkazy sterujące - wystarczającą wartością jest 47µF.

W urządzeniu przewidziano dość rozbudowany układ zasilacza z diodami D13...D17. Jest to związane z wykorzystaniem baterii rezerwowej.

W praktyce bateria taka jest bardzo pożądana, bo w większości miast naszego kraju nadal występują krótsze czy dłuższe przerwy w dopływie energii elektrycznej. A po nawet krótkiej przerwie przerzutniki ustawią się w jakiś przypadkowych stanach. Zastosowanie baterii, w najprostszym przypadku czterech paluszków R6, całkowicie likwiduje takie niebezpieczeństwo. Nie należy tu jednak stosować akumulatorów CdNi, tylko dobrej jakości baterie alkaliczne. Przy pojemności około 2000mAh wystarczą na rok, a ich wymiana spowodowana będzie zazwyczaj samorozładowaniem. Zamiast baterii można też zastosować mały szczelny akumulator ołowiowy o pojem-

ności kilku Ah, pracujący w trybie buforowym. Oczywiście będzie on dołączony do zacisków oznaczonych 12V, a nie do wejścia BAT 6V.

Dodatkowe tajniki układu

Ten fragment opisu nie jest niezbędny do zrozumienia działania układu - omawia zagadnienia dodatkowe.

Wyjaśnienia wymaga rola bramki U2C. Została ona przewidziana po to, by po włączeniu czy wyłączeniu odpowiednich przekaźników wykonawczych można było wydać rozkaz rozłączenia "rozmowy". Nastąpi to po naciśnięciu w "wywołującym" aparacie telefonicznym klawisza # (któremu odpowiada kod dwójkowy 1100, czyli dziesiętnie 12). Po prostu pojawienie się kodu 1100 wywoła na wyjściu bramki U2C stan niski. Dzięki obecności kondensatora C4, stan niski pojawi się na chwilę także na nóżce 13 bramki U1D (nie można jednak zewrzeć tego kondensatora, bo kostka U3 pamięta na wyjściach Q1-Q4 ostatnio odebrany kod - zwarcie C4 uniemożliwiłoby powtórne zadziałanie urządzenia). Na nóżce 11 bramki U1D pojawi się stan wysoki, co spowoduje szybkie naładowanie kondensatora C5 przez diodę D4 i pojawienie się stanu niskiego na nóżce 9 bramki U1C. To spowoduje powrót do stanu spoczynku, czyli wyłączenie przekaźnika REL1 i odcięcie zasilania U3.

Bramka U2B dekoduje dodatkowo cyfrę "0" klawiatury, której odpowiada kod binarny 1010, czyli 10. Sygnał ten (aktywny stan niski) jest dostępny w punkcie oznaczonym O.

Wyprowadzono także wyjście Q9 dekodera U4; należy jednak pamiętać, że na obu tych wyjściach (9 oraz 0) stan aktywny utrzymuje się aż do odebrania następnego ważnego kodu DTMF.

Niestety podczas testów okazało się, że w układzie nie zawsze można wykorzystać funkcje bramek U2C i U2B. Zastosowane kostki dekodera DTMF typu UM92870A charakteryzują się pewną nie opisaną w katalogu właściwością. Można się było spodziewać, że po włączeniu zasilania układ zostanie wyzerowany, czyli na wszystkich wyjściach Q1 - Q4 wystąpi stan niski (kod 0000). Niestety tak nie jest - po włączeniu zasilania na wszystkich czterech wyjściach występuje stan wysoki (kod binarny 1111, odpowiadający liczbie 15). Właściwość ta praktycznie uniemożliwia wykorzystanie bramek U2B i U2C. Dlatego w wersji standardowej nie należy montować kondensatora C4, a rezystor R6 można zastąpić zworą.

Wykorzystanie tych bramek w ich przewidzianej funkcji jest jednak możliwe, ale należy wówczas zewrzeć złącze emiter-kolektor tranzystora T3. Tym samym układ U3 będzie stale zasilany i pobór prądu w spoczynku będzie wynosił około 3...4mA (max 9mA). Ma to znaczenie przy zasilaniu z baterii rezerwowej.

Obwód R19, R20, T4 został przewidziany do sterowania poborem prądu układu U3 przez wykorzystanie wejścia PDI (Power Down Input). Niestety, nie wszystkie wersje dekodera 8870 mają takie wejście. Przykładowo w kostce UM92870A, używanej do prób, nóżka 6 nie jest wejściem PDI, tylko B/H (służy do wyboru kodu wyjściowego). Tylko w wersjach UM92870B i UM92870C, oraz w kostce MT8870D nóżka 6 jest wejściem PDI. Ponieważ także przy kostkach innych producentów można się tu natknąć na przykre niespodzianki, w wersji standardowej nóżka 6 powinna być zwarta do masy. Obwód R19, R20, T4 można wykorzystać tylko wtedy, gdy dysponuje się dokładnymi danymi posiadanego dekodera DTMF.

Rezystory R21...R24 w wersji standardowej nie są stosowane. Potrzebne są tylko wtedy, gdy przewiduje się możliwość sterowania przekaźnikami przez wejścia A, B, C, D, na przykład z odbiornika kodu RC5 albo innego systemu, choćby z kostkami MC145026...028, lub UM3758. Nie jest to jednak takie proste, bo wymaga ingerencji w obwód wejścia TOE, sterującego wyjściami Q1-Q4 (nóżka 10 U3) i w linię sygnału zegarowego (wyjście StD, nóżka 12 U3). Na płytce drukowanej przewidziano odpowiednie punkty oznaczone Y oraz V.

Punkty A, B, C, D mogą też służyć jako wyjście odebranych kodów do współpracy z dodatkowym układem wykonawczym.

Gdyby ktoś z Czytelników samodzielnie zaprojektował odpowiedni układ współpracy opisanego urządzenia z innymi systemami zdalnego sterowania, chętnie zaprezentujemy opis na łamach EdW.

Wypada wspomnieć jeszcze o sprawie zasilania rezerwowego. Świeże baterie alkaliczne mogą mieć napięcie 1,6...1,62V. Jeśli jako D14...D17 zastosowane zostaną zwykłe 1-amperowe diody krzemowe, to układ będzie zasilany częściowo z zasilacza, a częściowo z baterii rezerwowej. W stanie spoczynku nie ma to żadnego znaczenia, ale po przyjęciu sygnału wywołania, przy napięciu czterech świeżych ogniw bliskim 6,5V, z baterii może być pobierany prąd rzędu 20mA. Przy nominalnym napięciu ogniw równym 6,0V, prąd ten będzie miał wartość około 5mA. Jest to sytuacja w pełni dopuszczalna, zważywszy sporadyczne i krótkie okresy pracy urządzenia i dużą pojemność baterii, rzędu 2Ah.

Jeśli ktoś jednak chciałby zmniejszyć pobór prądu z baterii rezerwowej może przeprowadzić eksperymenty i spróbować zamienić diodę D15 na diodę Schottky'ego, a diody D16, D17 zastąpić czerwoną lub lepiej podczerwoną diodą LED.

Możliwości zmian

Układ z elementami o podanych wartościach będzie pracował poprawnie, jednak w szczególnych przypadkach celowe może być wprowadzenie pewnych zmian.

Przede wszystkim dotyczy to pojemności C5 i rezystancji R7. Stała czasowa R7C5 określa, po ilu dzwonkach układ się zgłosi. Według założeń, opisywany odbiornik powinien być dołączony do linii telefonicznej, równolegle do istniejącego telefonu. Żeby nie przeszkadzał on w normalnym użytkowaniu telefonu, należy dobrać stałą czasową R7C5 rzędu kilkudziesięciu sekund, aby odbiornik zgłaszał się dopiero po 5...8 dzwonkach. Gdyby natomiast odbiornik był dołączany do linii tylko na czas nieobecności domowników, można zmniejszyć pojemność C5, aby układ zgłaszał się już po 1 czy 2 dzwonkach.

Gdyby przypadkiem w jakichś szczególnych warunkach okazało się, że odbiornik podłączony równolegle do aparatu reaguje na sygnały wybierania impulsowego tego aparatu, należy eksperymentalnie dobrać elementy R3, R4 i ewentualnie C2. Pomocne będzie w tym obejrzenie przy pomocy oscyloskopu przebiegów na wyjściu bramki U1A przy sygnale dzwonienia oraz podczas impulsowania.

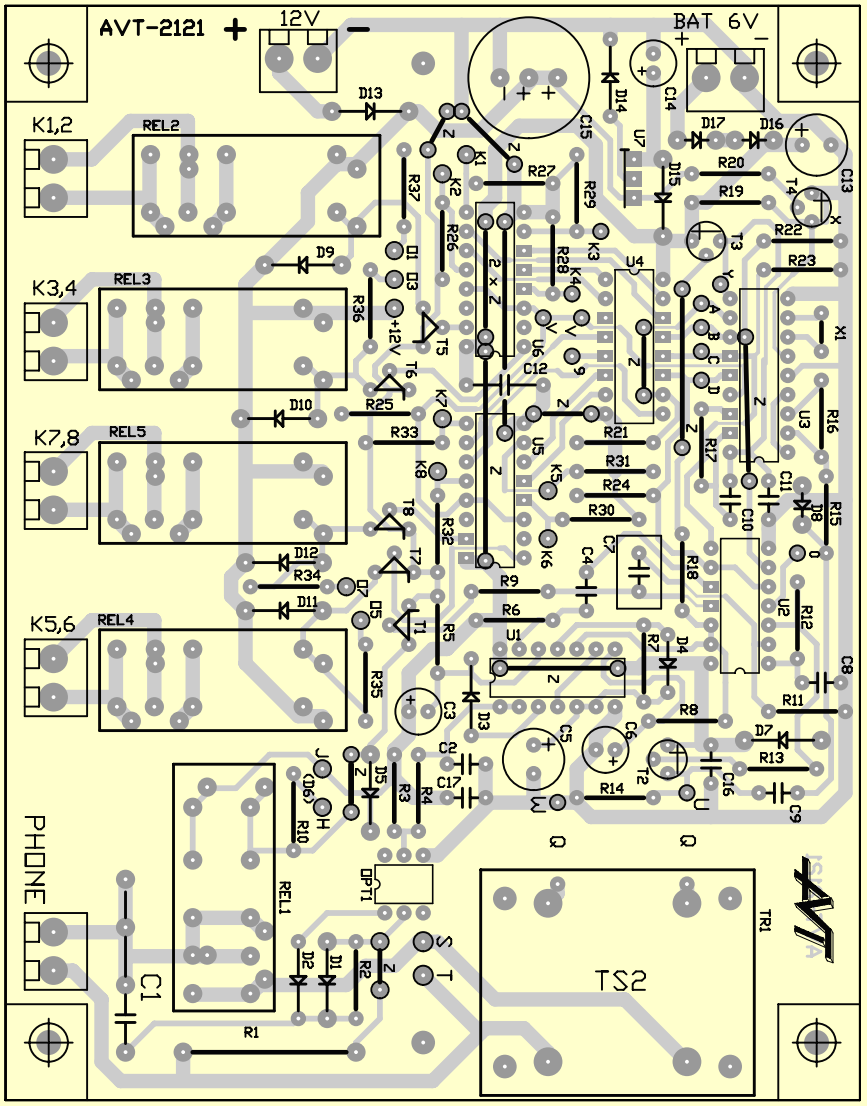
Gdyby w urządzeniu został zastosowany inny transformator separujący, należałoby odpowiednio do jego przekładni zwiększyć lub zmniejszyć wzmocnienie wejściowego wzmacniacza kostki U3, korygując wartość rezystora R15 (zwiększenie rezystancji R15 = zmniejszenie wzmocnienia).

Zamiast tranzystorów MOSFET, jako T5...T8 można wlutować jakiekolwiek tranzystory NPN, dodając w obwodzie bazy każdego z nich rezystor szeregowy o wartości 2,2kW. Zwiększy to jednak spoczynkowy pobór prądu.

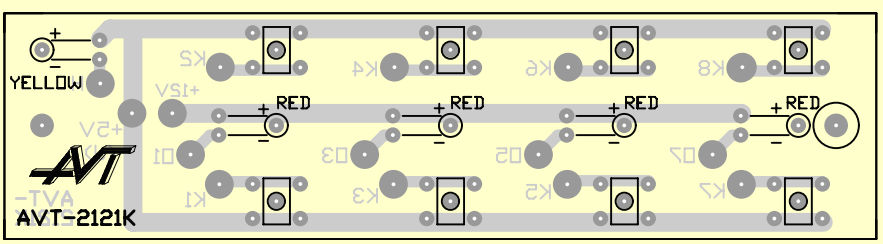
Piotr Górecki

REKLAMA REKLAMA

Multimetr (7107) z generatorem (CMOS)
U: =/= 0..750V; I: =/= 0..2A; R: 0..20MΩ; f: 50Hz..10MHz
C: 2pF..2µF; G: 3Hz..500kHz - 3,5V; pomiar diod i β tranzystorów
cena: ...39,80 - płytka i części; 9,90 - obudowa i isostaty
Multimetr samochodowy 07
Pomiar temperatury silnika; pomiar temperatury zewnętrznej; obrotomierz cyfrowy; pomiar napięcia akumulatora
cena: ...31,90 - płytka, części i obudowa; 6,90 - blokada zapłonu
Automat akwariowy
2 niezależne termostaty (do 350W); automatyczny włącznik oświetlenia; automatyczny włącznik filtru (timer, CMOS)
cena: ...22,90 - płytka i części; 6,90 - obudowa i isostaty
D.F. Elektronik
ul. Duża Góra 37/53, 30-857 Kraków, tel. 58-90-24, tel. 55-13-35

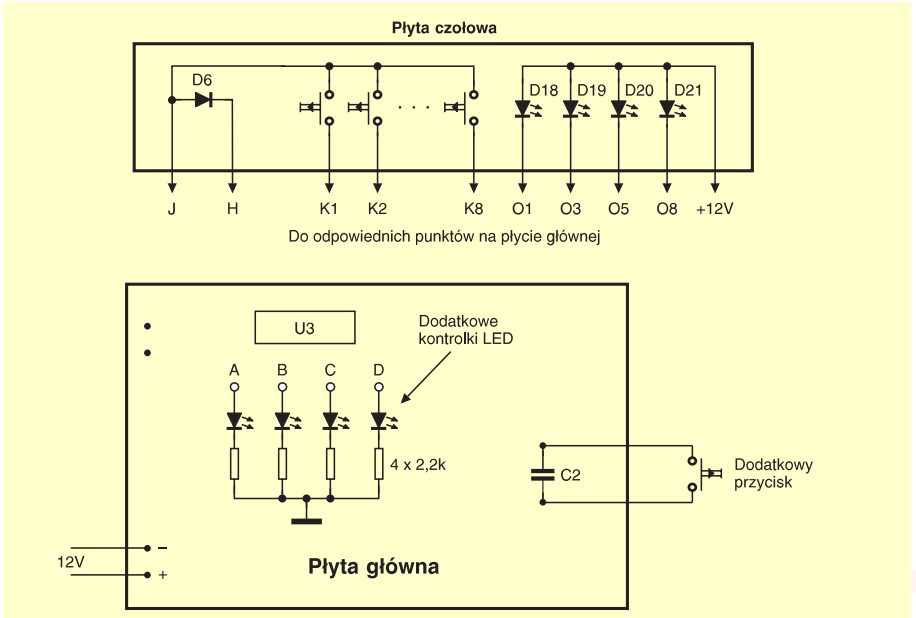


Rys. 5. Płyta główna.



Rys. 6. Płyta sterowania.

Po zmontowaniu, w celu uformowania kondensatorów elektrolitycznych, należy koniecznie pozostawić układ na kilka-kilkanaście godzin pod napięciem. Tuż po pierwszym włączeniu układ na pewno nie będzie działał poprawnie!



Rys. 7. Układ testowy.

Montaż i uruchomienie

Główną część układu można zmontować na jednostronnej płytce drukowanej, pokazanej na **rysunku 5**.

Montaż należy rozpocząć od wykonania wszystkich zwór oznaczonych na płytce literą Z.

Najpierw warto zmontować zasilacz i sprawdzić, czy przy zasilaniu 12V daje on na wyjściu (na kondensatorach C12, C16, C7) napięcie w granicach 5,2...5,6V. Pobór prądu ze źródła 12V wynosi około 5mA.

Po uruchomieniu zasilacza można zmontować pozostałe elementy: najpierw bierne, potem półprzewodniki.

Transformator separujący TR1 to zwykły transformator sieciowy TS24. W przeciwieństwie do większości transformatorów tego typu, nie ma on nóżek do wlutowania w płytkę - należy go przykręcić dwoma wkrętami M3 i wykonać połączenia przewodami. Na płytce oznaczono punkty S, T, U, W. Podczas lutowania trzeba uważać, żeby nie pomylić uzwojeń - uzwojenie sieciowe 220V zajmuje większą objętość, niż uzwojenie wtórne i ma dużo większą rezystancję.

W modelu zastosowano podstawkę tylko pod kostkę U3.

W roli przekaźnika REL1 można zastosować zarówno mały przekaźnik telekomunikacyjny (np. jak w modelu Meisei M4-5H), jak i duży RM81 czy RM96.

W skład zestawu AVT-2121 wchodzi tylko jeden przekaźnik wykonawczy, pozostałe należy zakupić oddzielnie.

Po zmontowaniu elementów na płycie (ale jeszcze bez kostki U3) należy sprawdzić pobór prądu. Należy dołączyć zasilacz o napięciu 12V - pobór prądu powinien nadal wynosić około 5 miliamperów: tyle zużywa stabilizator U7. Układ złożony z kostek CMOS praktycznie nie pobiera prądu. Gdyby było inaczej, należy odszukać przyczynę - zwykle jest nią zwarcie lub pomyłka w montażu.

Jeśli wszystko jest w porządku należy włożyć do podstawki układ U3 i pozostawić układ pod napięciem na kilka godzin. Chodzi tu o uformowanie kondensatorów elektrolitycznych. Jest to niezbędne, ponieważ aluminiowe elektrolity przechowywane przez kilka miesięcy czy lat mają zawsze znaczną upływność, i układ na pewno nie będzie działał poprawnie zaraz po pierwszym włączeniu zasilania.

Po takim kilkugodzinnym formowaniu kondensatorów można przystąpić do ostatecznego sprawdzania.

Według krajowych przepisów, wszelkie urządzenia dołączane do publicznej sieci telefonicznej powinny mieć homologację (czyli poprzedzone badaniami zezwolenie na użytkowanie) wydane przez Ministerstwo Łączności. Przedstawiony odbiornik DTMF nie ma takiej homologacji. Jednym z powodów jest fakt, że nie wydaje się stosownych zaświadczeń dla wyrobów w postaci zestawów do samodzielnego montażu.

W tym celu należy zmontować i dołączyć przewodami do punktów K1...K8 i O1, O3, O5, O7, J, H, płytkę z przyciskami i diodami LED. Płytkę tę pokazano na **rysunku 6**. Szczegółowe wskazówki dotyczace montażu płyty czołowej podane są w dalszej części artykułu.

Dla ułatwienia warto też do wyjść dekodera DTMF (punkty oznaczone A, B, C, D) dołączyć diody LED połączone szeregowo z rezystorami 2,2kΩ. Pozwoli to na bieżąco monitorować pracę kostki U3.

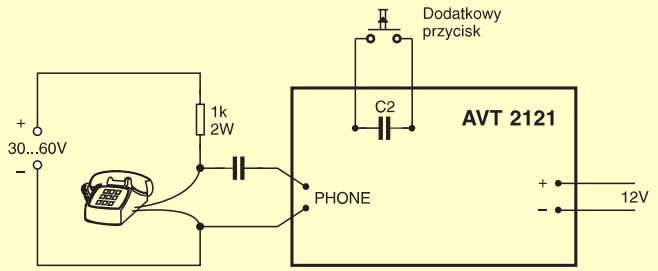
Warto też prowizorycznie przylutować jakiś przycisk równolegle do kondensatora C2 - będzie on udawał odebranie sygnałów dzwonienia.

Do takich prób warto też równolegle do R7 dolutować dodatkowy rezystor (10...100kΩ) przyspieszający proces zgłoszenia.

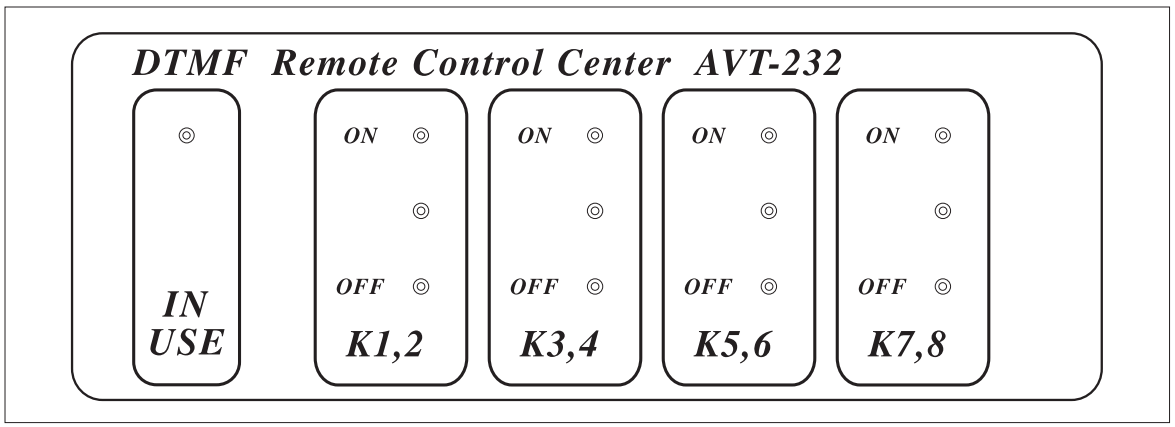
Układ testowy pokazany jest na **rysunku 7**.

Po włączeniu zasilania przerzutniki z kostek U5, U6 ustawią się w jakichś przypadkowych stanach. Najpierw należy więc sprawdzić, czy działają przyciski K1...K8 umieszczone na dodatkowej płytce sterującej. W gotowym urządzeniu górny przycisk powinien włączać dany kanał (przekaźnik), dolny - wyłączać. Stany przekaźników muszą odpowiadać wskazaniu diod D18...D21, umieszczonych na płytce czołowej.

Jeśli wszystkie kanały dają się włączać i wyłączać, należy sprawdzić współpracę z linią telefoniczną. W zasadzie potrzebne są dwie linie, ale można poradzić sobie, mając tylko jedną - własną. Należy wtedy skorzystać z pomocy kolegi albo zaprzyjaźnionego sąsiada. Trzeba kogoś poprosić, aby zadzwonił na nasz numer



Rys. 8. Układ do odszukiwania błędów.



Rys. 9. Widok płyty czołowej.

i po zgłoszeniu się odbiornika i usłyszeniu sygnału potwierdzenia, nacisnął w swoim aparacie (przełączonym na wybieranie tonowe - przełącznik w pozycji TONE, a nie PULSE) kolejno klawisze 1, 2, 1, 2, 3, 4, 3, 4, 5, 6, 5, 6, 7, 8, 7, 8. Moment zgłoszenia odbiornika wskaże nam dioda świecąca D6. Przy podanej kolejności naciskania klawiszy powinny kolejno zapalać się i gasnąć diody D18...D21 na płytce sterującej.

Do takiej próby, aby nie nadużywać cierpliwości bliźniego, warto zmniejszyć rezystancję R7; celowe może być także dolutowanie równolegle do C3 i C6, dodatkowych elektrolitów o pojemności 100...220µF (wcześniej zaformowanych przez kilka godzin pod napięciem 5V).

Jeśli montaż został wykonany poprawnie, układ będzie pracował od razu i taka jedna próba całkowicie wystarczy. Jeśliby jednak coś nie zadziałało, należy poszukać błędu, wykorzystując wskazania dodatkowych diod LED dołączonych do punktów A, B, C, D.

W razie grubszej pomyłki, do wyszukania popełnionego błędu, można wykorzystać układ z **rysunku 8**. Do włączenia odbiornika należy użyć przycisku wlutowanego równolegle do kondensatora C2.

W urządzeniu przewidziano wykorzystanie od jednego do czterech przekaźników wykonawczych. Na płytce można zmontować zarówno przekaźniki RM81 (o obciążalności styków 16A), RM82 (2 x 8A) lub RM96 (8A).

Na krawędzi płyty głównej umieszczono też zaciski śrubow ARK oznaczone K1,2...K7,8. Umożliwią one łatwe dołączenie dowolnych urządzeń elektrycznych, także tych zasilanych z sieci 220V.

Płytki drukowane są przewidziane do zamontowania w estetycznej obudowie typu KM-60 (trzeba wyciąć cztery narożniki dużej płytki drukowanej).

Na **rysunku 9** pokazano proponowany wygląd płyty czołowej. Nabywcy zestawu AVT-2121 otrzymają samoprzylepną naklejkę, inni mogą skserować na papierze samoprzylepnym rysunek 9.

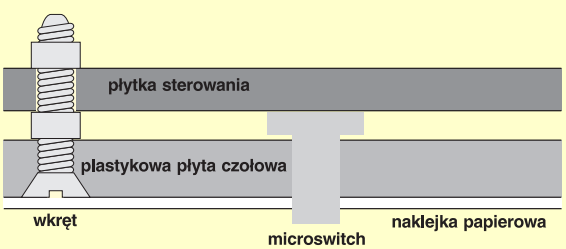
Zalecam poniższą kolejność montażu płyty czołowej. Najpierw przyłożyć do plastikowej płyty przedniej naklejkę z rysunkiem (ale jej nie przyklejać). Następnie położyć na wierzch nieuzbrojoną płytkę drukowaną, dokładnie wszystko dopasować i zaznaczyć igłą wszystkie punkty wiercenia. Dla ułatwienia, w płytce drukowanej wykonane są dodatkowe otwory wyznaczające środki przycisków i diod LED.

Po wywierceniu wszystkich otworów w plastikowej płycie przedniej, należy umocować do niej płytkę drukowaną za pomocą dwóch wkrętów M3. Łby wkrętów należy wpuścić w plastik, a same wkręty zakontrować nakrętkami. Dopiero teraz należy nakleić papierową naklejkę, która zakryje łby wkrętów. Następnie należy starannie wykonać w papierze otwory na diody i przyciski, a potem przykręcić płytkę drukowaną już w pełni uzbrojoną, z dolutowanymi od strony druku przewodami.

Przekrój zmontowanej płyty czołowej pokazano w uproszczeniu na **rysunku 10**.

Problem bezpieczeństwa

Przy opracowaniu układu poświęcono wiele uwagi sprawom bezpieczeństwa użytkowania. W niektórych czasopis-



Rys. 10. Szczegóły konstrukcji płyty czołowej.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory

R1: 3,3kW
R2: 6,8kW
R3, R15: 470kW
R4, R12, R19-R33: 100kW
R5, R6, R7, R8: 1MW
R9, R10, R34-R37: 2,2kW
R11: 4,7MW
R13: 10kW
R14: 91kW
R16: 51kW
R17: 300kW
R18: 5,1kW

Kondensatory

C1: 680nF foliowy 100V
C2: 47nF
C3, C5, C13: 100µF/10V
C4: nie stosować (patrz tekst)
C6: 47µF/10V
C7: 1µF MKT
C8: 22nF
C9, C10: 100nF
C11, C12, C16, C17: 100nF ceramiczny
C14: 10µF/10V
C15: 220...470µF/16V

Półprzewodniki

D1, D3, D4, D14: 1N4148
D2: dioda Zenera 18V
D5, D7-D12, D15-D17: 1N4001
D6: LED 3mm żółta
D13: 1A Schottky
D18-D21: LED 3mm czerwona
OPT1: CNY-17
REL1: Meisei M4-5H lub DS2Y 5V lub inny o napięciu pracy 5V
REL2-REL5: RM81 12V lub podobny
TR1: TS2/24
T4, T1: BC548
T3, T2: BC558
T5, T6, T7, T8: BS107, BS170 lub podobne
U1, U2: CMOS 4093
U3: MT8870, UM92870A lub odpowiednik
U4: CMOS 4028
U5, U6: CMOS 4027
U7: 7805

Różne

X1: 3,579MHz
zaciski ARK2 7 szt
płytka drukowana układu
płytka drukowana klawiatury
naklejka samoprzylepna płyty czołowej
obudowa KM-60
koszyk na 4 baterie paluszki
microswitch z ośką min. 6mm 8szt

Uwaga! Elementy REL3 - REL5, D10-D12, R19-R24, T4 nie wchodzą w skład kitu AVT-2121.

Created in Master PDF Editor

Aplikacje układów LM3914/5/6 część 4

W drugim numerze Elektroniki dla Wszystkich przedstawiliśmy płytkę drukowaną PW-02, na której można zmontować jeden z wielu interesujących układów. Wspólną cechą wszystkich urządzeń montowanych na tej płytce jest obecność kostki sterującej z rodziny LM3914, 3915 lub 3916 oraz linijki świetlnej zbudowanej z dziesięciu diod LED.

Termometr elektroniczny

- możliwość dobrania zakresu mierzonych temperatur od -20˚C do +125˚C
- dziesięciopunktowy wyświetlacz LED
- prosta kalibracja

Układy budowane na płytkach wielofunkcyjnych mają walor poznawczy, pokazują bowiem rozmaite sposoby wykorzystania tego samego układu scalonego, a oprócz tego niewątpliwie są przydatne w praktyce. Dotychczas opisaliśmy monitor stanu akumulatora samochodowego i wskaźnik wysterowania audio oraz miernik natężenia dźwięku. Dziś prezentujemy termometr elektroniczny.

Ponieważ płytka PW-02 przeznaczona jest do zmontowania wielu różnych układów, więc przewidziano na niej miejsce dla licznych elementów, z których tylko niektóre są montowane w danym przypadku. Fotografie, rysunki i schematy w artykule przedstawiają tylko te podzespoły, które mają być zamontowane. Z tego powodu numeracja użytych elementów nie jest ciągła, ale za to montaż jest wręcz dziecinnie prosty.

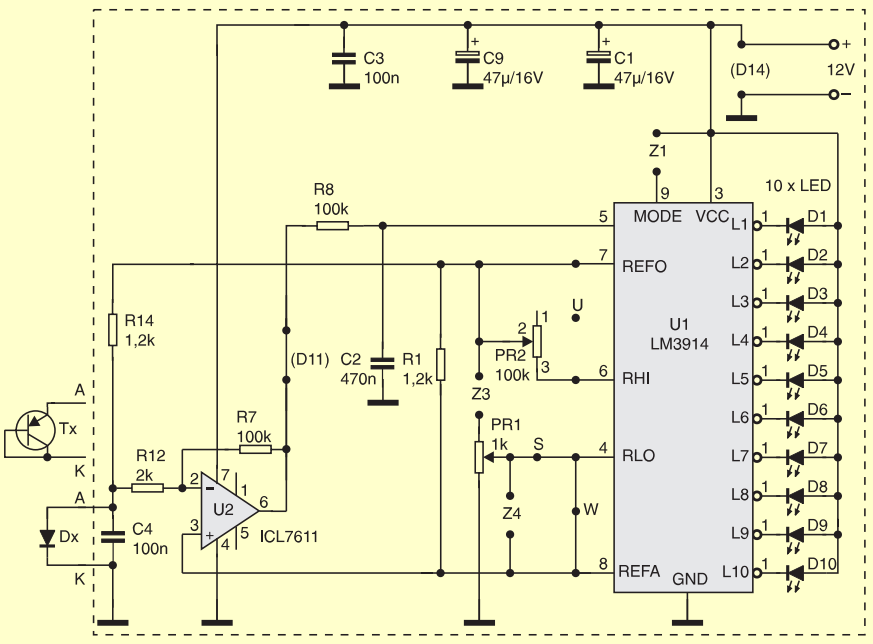
Przed zapoznaniem się z treścią artykułu warto powrócić do materiału w EdW 2/96, gdzie podano opis płytki i zwięzłe omówienie podstawowych właściwości kostek LM3914...3916. Podane tam wiadomości mogą się okazać niezbędne do zrozumienia działania przedstawionego dziś układu.

Termometr elektroniczny

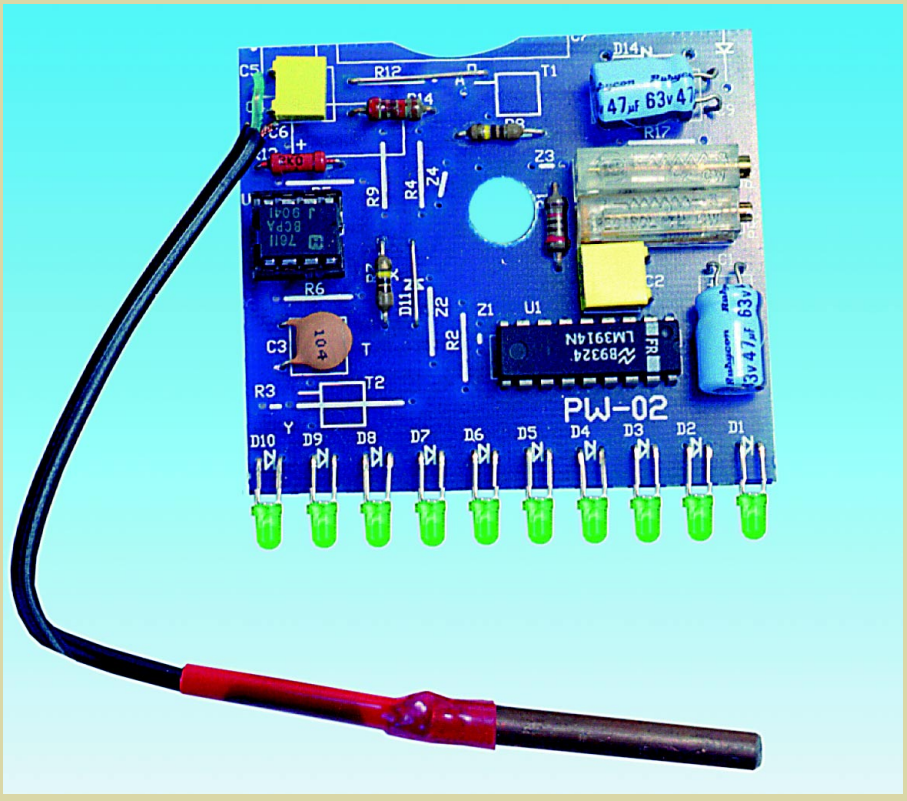
W wielu termometrach wykorzystuje się zależność napięcia przewodzenia diody krzemowej od temperatury. Przy stałym prądzie diody, napięcie przewodzenia zmniejsza się ze wzrostem temperatury prawie liniowo, ze współczynnikiem około 2...2,2mV na stopień Celsjusza. W praktycznych układach zamiast diod, w roli czujników pomiarowych używa się odpowiednio połączonych tranzystorów - wtedy liniowość wskazań jest lepsza. Czujniki takie pracują przy prądzie przewodzenia rzędu 0,1...1mA.

Elementy krzemowe - tranzystor lub dioda - mogą śmiało pracować w zakresie temperatur -20...+125°C.

Zaletą takich czujników półprzewodnikowych jest znikomy koszt, stosunkowo duża czułość i zadowalająca liniowość przetwarzania temperatury na napięcie. Istotną wadą jest natomiast fakt, że poszczególne egzemplarze diod czy tranzystorów mają znaczny rozrzut napięcia przewodzenia, co oznacza konieczność indywidualnego skalowania każdego czujnika, a także konieczność ponownej



Rys. 1. Schemat ideowy termometru.



kalibracji po zmianie czujnika. Mimo tej wady proste czujniki diodowe są często stosowane w praktyce - przecież i tak każdy termometr musi być skalowany.

Układ pokazany na **rysunku 1** jest termometrem elektronicznym z wyświetlaczem składającym się z linijki 10 diod LED. W przedstawionej wersji dzięki zastosowaniu wzmacniacza operacyjnego zakres mierzonych temperatur można dobrać stosownie do potrzeb. Na przykład układ może wskazywać temperaturę płynu w chłodnicy samochodu, temperaturę wody w instalacji centralnego ogrzewania, temperaturę wody w akwarium, czy wreszcie pracować jako ostrzegacz przed gołoledzią lub przymrozkami.

Nadaje się też, choć nie zapewnia zadowalającej rozdzielczości, jako termometr domowy.

Opis układu

Czujnik temperatury, czyli dołączona równolegle do kondensatora dioda Dx (lub tranzystor Tx), pracuje przy prądzie wyznaczonym przez rezystancję R14. Prąd ten wynosi około 1mA. Kondensator C4 tłumi ewentualne zakłócenia powstające w przewodach połączeniowych czujnika. Napięcie na diodzie, zmieniające się pod wpływem zmian temperatury, jest podawane na wzmacniacz z układem U2. Wzmocnienie wzmacniacza jest wyznaczone stosunkiem rezystancji R7 do R13. Wzmocnione napięcie podawane jest na wejście wskaźnika, czyli nóżkę 5 kostki U1. W roli wskaźnika zastosowano "liniową" kostkę LM3914, pracującą w trybie punktowym (nóżka 9 niepodłączona). Szczegółowe dane o kostce i możliwych trybach pracy zawarte są w EdW 2/96 na stronie 11.

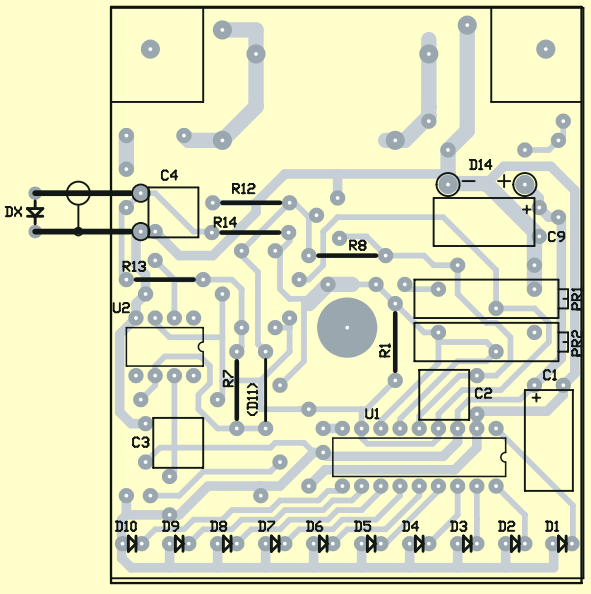
Zakres wskazań, czyli wskazywaną temperaturę maksymalną i minimalną określają napięcia na końcach wewnętrznego napięcia odniesienia, czyli na nóżkach 6 i 4. W kostce wskaźnika - U1 - nóżka 4 jest połączona z nóżką 8, a także z wejściem nieodwracającym wzmacniacza (n. 3 U2). Jest to ważny obwód - napięcie na tych nóżkach wyznacza dolną granicę mierzonych temperatur. Jeśli na diodzie pomiarowej Dx, napięcie będzie równe napięciu na nóżce 3 kostki U2, to napięcie na wyjściu wzmacniacza U2 także będzie równe temu napięciu. Z zasady działania kostki U1 wiadomo, że jeśli napięcie na wejściu (n. 5) jest równe napięciu na dolnym końcu dzielnika napięcia, czyli na nóżce 4, wtedy zaczyna świecić się dioda D1. Tymczasem napięcie na nóżkach 4 i 8 kostki U1 jest wyznaczone wartością potencjometru PR1. Można więc powiedzieć, że potencjometrem PR1 ustala się dolną granicę mierzonych temperatur.

Przy wzroście temperatury napięcie przewodzenia diody pomiarowej Dx zmniejsza się. Ponieważ kostka U2 pracuje jako wzmacniacz odwracający, napięcie na jego wyjściu będzie w takiej sytuacji rosnąć. Spowoduje to zaświecanie kolejnych diod D2...D10.

Górna granica zakresu mierzonych temperatur jest zależna zarówno od wzmocnienia wzmacniacza (większe wzmocnienie - mniejszy zakres pomiaru), jak i ustawienia potencjometru PR2. W sumie wzmocnienie wzmacniacza zgrubnie wyznacza potrzebny zakres pomiaru, a dokładną kalibrację zapewnia potencjometr PR2. Dzięki temu w obwodzie sprzężenia zwrotnego wzmacniacza nie trzeba precyzyjnie dobierać rezystorów - można zastosować typowe nominały z szeregu produkcyjnego.

W praktyce, żeby uzyskać potrzebny w danym zastosowaniu zakres mierzonych temperatur, konieczna może się okazać zmiana wartości rezystora R7.

Ponieważ wzmacniacz operacyjny musi pracować przy napięciach zbliżonych do ujemnego napięcia zasilającego, nie można tu zastosować popularnej kostki 741. Stopnie wejściowe tego wzmacniacza zbudowane są z tranzystorów NPN i do ich poprawnej pracy napięcie na obu wejściach musi być przynajmniej o dwa wolty wyższe od ujemnego napięcia zasilającego. Spośród łatwo do-



Rys. 2.

stępnych pojedynczych wzmacniaczy operacyjnych, wybrano kostkę ICL7611, wykonaną w technologii CMOS, która radzi sobie przy napięciach wejściowych wyższych od ujemnego napięcia zasilającego mniej niż o 1V.

Montaż i kalibracja

Układ termometru można zmontować na płytce PW-02 w sposób pokazany na **rys. 2**. Przed przystąpieniem do montażu trzeba przeciąć jedną ścieżkę w punkcie oznaczonym literą U. Na płytce należy zamontować tylko pokazane elementy. W miejscy diody D11 trzeba wlutować zworę. Przewód pomiarowy (najlepiej ekranowany) należy przylutować od dołu płytki do nóżek kondensatora C4. Przewody zasilające należy wlutować w otwory przewidziane dla diody D14.

Układ można umieścić w plastikowej obudowie od cartridge'u.

Zamiast diody pomiarowej Dx, można zastosować dowolny tranzystor. Szczególnie godna uwagi jest możliwość zastosowania tranzystora PNP dużej mocy. Taki tranzystor ma kolektor połączony z obudową, więc można go przykręcić bezpośrednio do metalowych części połączonych z masą. Zapewniony będzie wtedy znakomity kontakt termiczny czujnika z mierzonym obiektem. Ma to spore znaczenie, na przykład przy instalacji w samochodzie. Właśnie dlatego (choć wymagało to zastosowania mniej spotykanej i trochę droższej kostki ICL7611) zastosowano połączenie jednej końcówki czujnika z masą. Przy zastosowaniu takiego tranzystora połączonego bezpośrednio z masą, należy zastosować grubszy przewód masy (wystarczy ekran kabla), nie należy za to stosować drugiego przewodu łączącego układ z masą, a jedynie doprowadzić plus zasilania.

Kalibrację gotowego układu należy przeprowadzić przy dwóch temperaturach. Najpierw, gdy czujnik ma temperaturę równą minimalnej temperaturze zakresu, należy ustawić potencjometr PR1 na progu zapalania diody D1. Potem po umieszczeniu czujnika w temperaturze równej górnej temperaturze zakresu, należy ustawić potencjometr PR2 aby świeciły jednocześnie dwie diody: D9 i D10. Gdyby nie udało się tego ustawić za pomocą potencjometru PR2, należy zwiększyć lub zmniejszyć wartość R7 (10kΩ...1MΩ). Procedurę kalibracji wystarczy przeprowadzić raz.

Jeśli przykładowo układ miałby służyć jako ostrzegacz przed gołoledzią (czyli pracować w zakresie temperatur 0...+10°C) należy najpierw umieścić czujnik w temperaturze 0°C, czyli w mieszaninie lodu z wodą i potencjometr PR1 ustawić tak, aby zaczynała się świecić dioda D1. Potem trzeba dolać trochę ciepłej wody, poczekać aż lód się rozpuści i dotąd dolewać ciepłej wody, aż temperatura płynu osiągnie +10°C. W takiej temperaturze należy wyregulować PR2.

Przy wykorzystaniu układu w roli monitora temperatury silnika samochodowego należy przyjąć dolną granicę wskazań około +40°C i w tej temperaturze ustawić PR1 na granicy świecenia diody D1. Następnie po umieszczeniu czujnika we wrzącej wodzie należy potencjometrem PR2 ustawić wskazanie, aby świeciły jednocześnie diody D7 i D8 (a nie D9 i D10). Trzeba bowiem pamiętać, że w silniku, znajdujący się pod ciśnieniem płyn chłodzący (nawet zwykła woda), będzie wrzał w temperaturze znacznie wyższej niż +100°C.

Możliwości zmian

W układzie zamiast diody pomiarowej Dx, można zastosować scalony czujnik temperatury LM335 (ale nie LM35), którego napięcie jest proporcjonalne do temperatury absolutnej wyrażonej w kelwinach. Bliższe dane czujnika LM335 podane są w ramce. Przykładowo, ponieważ +27°C to 300 kelwinów, w tej temperaturze czujnik LM335 da napięcie równe 10mV x 300K = 3V.

Przy zastosowaniu czujnika LM335 trzeba będzie zwiększyć napięcie na końcówkach REFA i RLO kostki U1 przez zwiększenie rezystancji PR1 do 4,7kΩ. Wszystko wskazuje, że w takich warunkach będzie już można zastosować standardowy wzmacniacz 741.

Podobnie w roli czujnika można zastosować znany już z EdW 5/96 (str 11, 13) element KPY10 lub KPY84. Będzie to wymagało zwiększenia rezystancji R14 i prawdopodobnie R13.

Zastosowanie kostki LM335 lub czujnika KPY, mających w przeciwieństwie do diod, dodatni współczynnik temperaturowy, spowoduje odwrócenie skali - dioda D1 będzie wskazywać najwyższą temperaturę zakresu, a D10, najniższą. Oczywiście wtedy potencjometr PR1 będzie służył do ustawienia górnego, a PR2 - dolnego zakresu mierzonych temperatur.

Takie rozwiązanie może być bardzo praktyczne, na przykład w ostrzegaczu przed gołoledzią: przy temperaturach wyższych niż powiedzmy +10°C nie będzie świecić żadna dioda. W zakresie +10...0°C świecić się będą kolejno diody D1...D10. We wszystkich temperaturach poniżej 0°C świecić się będzie dioda D10. Można to wykorzystać do sygnalizacji dźwiękowej - wystarczy w szereg z diodą D10 lub po prostu zamiast niej włączyć brzęczyk piezo (z generatorem).

Zestaw elementów opisanego termometru wraz z płytką PW-02 jest sprzedawany jako kit AVT-410.

Piotr Górecki

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory
R7,R8: 100kΩ
R14,R1: 1,2kΩ
R13: 2kΩ
PR1: 1kΩ helitrim
PR2: 100kΩ helitrim

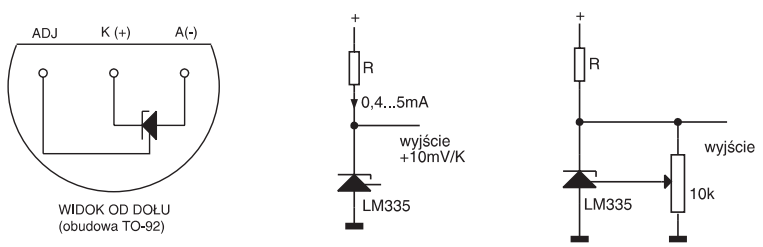
Kondensatory
C9, C1: 47µF/16V
C2: 470nF
C3: 100nF ceramiczny
C4: 100nF

Półprzewodniki
Dx: 1N4148 lub tranzystor BC558
D1...D10: LED 3mm czerwona lub zielona
U1: LM3914
U2: ICL7611

LM335 - przetwornik temperatury bezwzględnej

Napięcie na czujniku:	wprost proporcjonalne do temperatury bezwzględnej.
Napięcie w temperaturze 298K (+25°C):	typ. 2,98V ±60mV
Współczynnik temperaturowy:	+10mV/K (+10mV/°C)
Dokładność bez kalibracji:	typ. ±4°C
Zalecany zakres prądów pracy:	0,4...5mA
Dynamiczna oporność wyjściowa:	typ 0,6Ω

Układ może być w prosty sposób precyzyjnie kalibrowany za pomocą dodatkowego potencjometru.



Forum Czytelników

Forum Czytelników ma służyć celom edukacyjnym, wymianie doświadczeń i pomysłów.
Zasady są następujące:
- publikujemy wyłącznie projekty opracowane samodzielnie i nigdzie dotychczas nie publikowane (należy dołączyć stosowne oświadczenie z własnoręcznym podpisem);
- oprócz tekstu i rysunków, prosimy przysłać działający model lub jego fotografie (model odeślemy);
- publikacja projektu nie oznacza jego pozytywnej oceny przez redakcję EdW, lecz stanowi punkt wyjścia do publicznej dyskusji nad proponowanym rozwiązaniem. Etap dyskusji nazywany "Dogrywką", trwa dwa miesiące. W tym czasie oczekujemy nie tylko listów z uwagami krytycznymi, ale przede wszystkim propozycji innych, lepszych rozwiązań (tym razem wystarczy schemat z opisem działania układu);
- nagroda za opublikowany projekt wynosi 100 zł (brutto) za stronę artykułu w EdW. Nagroda nie zostanie przyznana, jeśli "Dogrywka" wykaże, iż projekt stanowi plagiat. Jeśli w "Dogrywce" zostaną zaproponowane lepsze rozwiązania, wówczas część nagrody (w proporcji uznanej przez redakcję EdW) zostanie przyznana autorom lepszych rozwiązań.
Prosimy też o załączenie do projektu fotografii paszportowej i kilku zdań życiorysu.
Prosimy nie przysyłać opisów urządzeń, które powstały tylko na papierze, a nie zostały zrealizowane w praktyce. Znamy się trochę na elektronice i wiemy, że większość takich układów nie będzie działać. Stąd nasza prośba o model lub przynajmniej fotografię modelu.
W tym odcinku Forum prezentujemy doświadczenia Czytelników dotyczące samodzielnego wykonywania płytek drukowanych. Z uwagi na specyficzną formę nie możemy wszystkim wymienionym kolegom zaproponować honorariów autorskich.

Płytki drukowane

Apel przedstawiony w rubryce Poczta, wywołał szeroki odzew Czytelników. Okazało się, iż płytki wykonujemy na różne sposoby. Na uwagę zasługują zwłaszcza doświadczenia najmłodszych Czytelników - okazuje się bowiem, że potrafią oni wykonać porządne płytki chodząc jeszcze do szkoły podstawowej. A cóż dopiero starsi wiekiem hobbyści, którzy nabrali znacznego doświadczenia, staranności i cierpliwości...

Dziękujemy za listy, miłe słowa i pozdrawiamy wszystkich, którzy chwycili za pióro i podzielili się swym doświadczeniem. Wiele nadesłanych sposobów zasługuje na spopularyzowanie lub choćby na wzmankę. Wartościowych listów przyszło tak wiele, że w żaden sposób nie możemy zamieścić wszystkich.

W sprawie płytek napisali m.in.: ***Tomasz Biczak*** *z Sosnowca,* ***Przemysław Bober*** *z Turka,* ***Adam Chudziak*** *z Włodawy,* ***Paweł Głogowski*** *z Łaska,* ***Marcin Goch*** *z Braniewa,* ***Arkadiusz Kalicki*** *z Popław,* ***Bartłomiej Kania*** *z Nowej Huty,* ***Marcin Kupczak*** *z Częstochowy,* ***Marek Słupczyński*** *z Płocka,* ***Artur Stecuk*** *z Łosic,* ***Paweł Szyiński*** *z Częstochowy,* ***Adam Teżyk*** *z Białogardu,* ***Krzysztof Winkiel*** *z Koluszek i inni.*

Najpierw podamy wskazówki podane przez wymienionych kolegów, a potem przedstawimy kilka wybranych listów, pokazujących różne podejścia do tematu.

Przygotowania

Do cięcia laminatu używamy piłki do metalu, nożyc do blachy lub małej gilotyny.

Większość osób przykleja rysunek ścieżek do płytki za pomocą taśmy samoprzylepnej i punktuje, lub od razu wierci otwory. Inni stosują metodę z kalką. Oto fragment listu ***W. Adamczyka*** *z Niedzicy, który przysłał też wykonaną przez siebie płytkę:*

Na odtłuszczoną płytkę kładę kalkę maszynową (ołówkowej nie znać), na kalkę kartkę z rysunkiem ścieżek. Spinam, by nie było przesunięć i zaznaczam dobrze piszącym długopisem obrysy wszystkich ścieżek. W ten sposób widzę, które ścieżki zaznaczyłem, a których jeszcze nie - widoczny ślad długopisu daje 100% pewności, że niczego nie pominę. Mając na płytce odbity przez kalkę obrys ścieżek zaczynam malowanie lakierem do paznokci. Odpowiednio przycięty pędzelek pozwala na malowanie nawet cienkich ścieżek.

Natomiast ***Andrzej Siwek*** *z Ostrowia Wielkopolskiego pisze:* Kartkę z rysunkiem przyklejam do płytki, zmatowionej "zerowym" papierem ściernym, za pomocą zwykłego kleju roślinnego. Klej taki trzyma około 3 godzin, dopóki nie wyschnie. Ostrym punktakiem zaznaczam puunkty wiercenia, następnie skalpelem lub nożem do tapet zaznaczam przez papier kontury ścieżek, potem płytkę myję w ciepłej wodzie. Do malowania ścieżek wykorzystuję niedużą strzykawkę jednorazową, igłę stępiam osełką pod bieżącą wodą. Płytki wychodzą super, bo nacięcia zrobione nożem do tapet (najlepszy) nie pozwalają na zacieki - małe zacieki likwiduję. Farba nie może być za gęsta.

Inni nie zaznaczają ścieżek, tylko załatwiają sprawę krócej: od razu przez papier wiercą otwory, a ścieżki malują odręcznie na podstawie rysunku mozaiki.

Prawie wszyscy zwrócili uwagę na konieczność odtłuszczenia i dokładnego oczyszczenia powierzchni miedzi. Używane są do tego aceton, denaturat, zmywacz do paznokci, różne rozpuszczalniki, ale okazuje się, iż wystarczy proszek do szorowania, na przykład kuchenny Ajax. Przed malowaniem ręce należy dobrze umyć mydłem, aby nie zostawić tłustych odcisków palców.-

Na kwestię zachowania czystości przy wytwarzaniu płytek szczególną uwagę zwrócił ***Maciej Sochaczewski*** *z Chełmc, który także radzi się przy tym nie spieszyć i uważać przy pracy z chlorkiem.*

Michał Kapłon *z Zamościa radzi:*

(...) Uwaga! Odtłuszczonej płytki nie wolno dotknąć, gdyż cała praca pójdzie na marne. Z własnego doświadczenia wiem, że nieodtłuszczona lub pobrudzona płytka trawi się o wiele gorzej. W ten sposób zmarnowałem swoją pierwszą płytkę. Tkwiła w wytrawiaczu całą noc, ze ścieżek nie pozostało prawie nic, a na środku znajdowała się piękna "plama" miedzi. Jest to przestroga dla tych "najbardziej" początkujących. Jeżeli na płytce pozostaje dużo bezużytecznego obszaru miedzi, korzystniej jest go zamaskować, nie trawić.

Wiercenie otworów

Mniej więcej połowa osób wierci otwory przed malowaniem i trawieniem, inni wiercą po wytrawieniu. Więcej rzeczowych argumentów przemawia jednak za wierceniem przed malowaniem.

Przy braku odpowiedniej wiertarki jeden z kolegów proponuje użycie do wiercenia zegarmistrzowskiego narzędzia zwanego furkadełkiem.

Wiele osób nabyło małe wiertarki od bazarowych handlarzy ze wschodu, ktoś wykonał wiertarkę z silniczka od suszarki do włosów, inni wykorzystali silniki od magnetofonu.

Oczywiście znakomitą pomocą jest statyw do wiertarki, ułatwiający pracę i zmniejszający ryzyko złamania wiertła.

Ciekawymi uwagami podzielił się ***Krzysztof Wilkosz*** *z Wrocławia:*

Jeśli chodzi o silnik do wiertarki, to dobre, wysokoobrotowe silniki na napięcie od ok. 2V do 12V produkuje firma Mabuchi z Japonii. Silniki te mają nazwę Jumbo i można je nabyć w sklepach modelarskich. Mają dobry moment obrotowy, dużą moc i są w miarę tanie (jak na taką klasę - nie każdy silnik ma magnes samarowo-kobaltowy i wydajność około 90%). Cena wynosi około 20 - 30zł. (...) Mimo, że zakup takiego silnika może się wydawać burżujstwem, opłaca się. Zwykłe silniki, np. z Silmy (od napędu magnetofonu) mają za mały moment obrotowy, a poza tym łatwo się przepalają - wiem, bo sam spaliłem jeden. Do zasilania można użyć zasilacza od kolejki PIKO pamiętając, aby nie przekroczyć dopuszczalnego napięcia. Praktyczne rady na temat takich silników można znaleźć w książce "Sekrety modeli latających z napędem elektrycznym".

Największym problemem przy samodzielnym wykonaniu miniwiertarki jest zgobycie dobrego uchwytu wiertła. Pewien kolega proponuje wykorzystanie ołówka automatycznego (aby zapobiec obracaniu się wiertła, trzeba trzonek wiertła zamoczyć w farbie lub lakierze i owinąć kilkoma warstwami nitki lub kilkoma warstwami papieru). Taki sam zabieg zmniejszy bicie wiertła przy zastosowaniu silniczka magnetofonowego i zacisku z kostki elektrycznej.

Ponieważ mimo wszystko często problemem jest bicie wiertła, niektórzy do wiercenia stosują szablon z blachy lub tworzywa sztucznego.

Tomasz Tylus *z Wolicy napisał:*

Szablon do punktowania otworów przygotowałem sobie z kawałka szybki do kasku motocyklowego. Otwory pod układy scalone nawierciłem używając jako wzoru płytki uniwersalnej. Otwory pod inne elementy przygotowałem wykorzystując stare płytki lub przykładając dany element i zaznaczając punkty. (...)

W Młodym Techniku sprzed kilku lat znalazłem opis przyrządu do malowania ścieżek. Jest on wykonany ze zwykłej strzykawki (małej "10-tki") i odpowiednio przyciętej i ukształtowanej igły. W strzykawce należy nawiercić otwór (o średnicy maksymalnej 1mm), tak, aby po wysunięciu tłoka mogło się do środka dostać powietrze. Po ucięciu igły do długości nie większej niż 15mm, należy ją nieco wygiąć, a końcówkę ścisnąć szczypcami, aby pozostał niewielki otwór. Igła nie powinna być zbyt gruba. Farby nie należy nabierać jednorazowo zbyt dużo, aby nie wylewała się przez nawiercony otwór. Do takiego "flamastra" proponuję używać spirytusowago roztworu kalafonii, bo farba nitro szybko zatyka igłę.

Malowanie ścieżek

Wiele osób stosuje gotowe pisaki Paint Pen (olejne lub nitro) o różnych grubościach, inni preferują specjalny pisak Dalo 33, jeszcze inni wypróbowali różne mikstury, na przykład wilbrę, farbę Emolak, kolorowe tusze kreślarskie, wreszcie dowolny lakier spirytusowy. Wadą, na pierwszy rzut oka idealnych, pisaków olejnych i nitro jest zasychanie ich końcówek. Zaletą lakierów spirytusowych i wodoodpornych tuszów jest fakt, że dają się później łatwo zmywać.

Do malowania niektórzy wykorzystują grafion, a przy malowaniu ścieżek używają linijki i krzywika z wcięciem.

Warto wypróbować stalówki: zarówno zwykłe, jak i piórka do tuszu oraz redisówki. Jeden z kolegów twierdzi, iż stalówka lepiej pisze, gdy jej końcówka zostanie nieco spiłowana. Przy stosowaniu stalówek trzeba jednak stosować lakier, który nie zasycha natychmiast.

Oprócz znanych pisaków firmy Pentel - olejnych i nitro, przy obecnej obfitości na rynku różnego typu wodoodpornych flamastrów i mazaków, na pewno można znaleźć jeszcze inne typy nadające się do malowania ścieżek. Niektóre zagraniczne źródła wskazują na pisaki Lumocolor firmy Staedtler - nasze doświadczenia nie potwierdziły jednak ich przydatności.

Mirosław Krzyżanowski *ze Świdnika zwrócił uwagę na pewien problem praktyczny:*

Używam lakieru spirytusowego kilka lat i jestem z niego bardzo zadowolony. Doskonale trzyma się podłoża nawet przy bardzo cienkiej warstwie i nie łuszczy się. Jedyny problem, na jaki natrafiłem wystąpił, kiedy rapitograf Scribent produkcji byłej NRD, chciałem zastąpić polskim rapitografem Rystor. Tworzywo z jakiego został zrobiony zaczęło się rozpuszczać na gwincie tak, że już nie dał się rozkręcić.

Powszechnie zalecanym sposobem na wykonanie cienkich ścieżek między nóżkami układu scalonego jest zalanie farbą i wydrapanie przerw.

Inny ciekawy sposób zaproponował ***Ireneusz Ziółkowski*** *z Piły:* Moje ścieżki kończą się przy nóżkach układu scalonego, a następnie łączę je cienką srebrzanką między wyprowadzeniami scalaka.

Natomiast ***Andrzej Siechniewicz*** *z Chełma zaleca sposób malowania dość żmudny, ale zapewniający znakomity efekt końcowy:*

Płytkę maluję lakierem do paznokci. Najpierw wiercę otwory. Punkty lutownicze wykonuję grubą igłą do szycia. Zanurzam igłę w lakierze i wkładam ją powoli do otworu w płytce dotąd, aż uzyskam odpowiednio duży punkt. To dobra metoda, bo mogę kontrolować wielkość punktu lutowniczego, bez względu na to, ile lakieru jest na igle. Ścieżki maluję grafionem.

Andrzej podał też oryginalną metodę wykonywania cienkich ścieżek pod układami scalonymi: pokrywa mianowicie lakierem laminat pod układem scalonym i po lekkim przeschnięciu, przy użyciu linijki lub wzornika pieczołowicie wyskrobuje igłą lub szpilką przerwy między ścieżkami i punktami. Zapewnia, że przy odrobinie staranności i cierpliwości tą metodą uzyskuje się druk nie ustępujący profesjonalnemu.

Kilku kolegów wykorzystuje igły lekarskie. ***Paweł Leszczyński i Przemysław Krysztofiak*** *z Bydgoszczy (mający w sumie 24 lata) piszą:*

Ucinamy ostry koniec igły, uprzednio wkładając w nią drut (by jej nie zdeformować podczas cięcia). Ucięty koniec szlifujemy drobnym pilnikiem.

Wlewamy do igły rozcieńczony lakier do paznokci. Igłę łapiemy między kciuk, a palec środkowy, a następnie na palec wskazujący zawijamy koniec drutu tkwiącego wewnątrz igły. Ruszając drutem powodujemy wypływanie lakieru. (...) Naczynie z chlorkiem wstawiamy na czas trawienia do drugiego naczynia z gorącą wodą.

Kilku kolegów zaproponowało inną, bardzo ciekawą metodę. ***Paweł Urban*** *z Rzeszowa pisze:* Płytki maluję przeważnie lakierem do paznokci. Czasami zamiast malować, naklejam po prostu paski z taśmy samoprzylepnej. Z flamastrami wodoodpornymi już dawno skończyłem. (...)

Aleksander Wierzbicki *z Gdyni idzie jeszcze dalej:* Prawdą jest, że wykonanie dobrej jakości płytki drukowanej nie jest takie proste. Jednak dzięki specjalnej kalkomanii można sobie z tym poradzić. (...) Po wielu doświadczeniach stwierdzam, że kalkomania pozwala na wykonanie całkiem przyzwoitych druków. Cena uniwersalnego zestawu wynosi około 7zł.

Zaczynam pracę od zaznaczenia cyrklem na płytce samych punktów lutowniczych (na podstawie rysunku mozaiki ścieżek). Potem przyklejam z kalkomanii punkty o różnej średnicy, w zależności od potrzeb. Kalkomania jest przydatna szczególnie przy wykonaniu punktów pod układy scalone, ma bowiem gotowe naklejki ze standardowym zestawem punktów. Są też naklejki z przygotowanymi odcinkami ścieżek między nóżkami układu scalonego. Dawniej z tym miałem najwięcej kłopotów, a teraz załatwia to jedna naklejka. Do tak naklejonych punktów dorysowuję pisakiem olejnym ścieżki i płytka gotowa. Ścieżki rysuję od linijki, więc płytki wyglądają całkiem przyzwoicie.

Podobnie radzi sobie ***Waldemar Słaby*** *z Poznania:*

W swojej praktyce napotkałem wiele problemów z wykonywaniem płyek. Stosowałem wiele technik, począwszy od wydrapywania ścieżek skrobakiem po malowanie lakierem do paznokci. Próbowałem też stosować specjalne pisaki, ale efekty nie były zadowalające. Czytając opublikowane listy czytelników, zdziwiłem

się, że nikt nie opisuje wykonywania płytek z wykorzystaniem gotowych kalkomanii.

Znakomite kalkomanie produkują m.in. firmy "SENO" i " NPE". Wypróbowałem, niejako na własnej skórze opisane kalkomanie, i stwierdzam, że wykonane tą techniką obwody dorównują jakością płytkom wytwarzanym techniką fotochemiczną lub sitodrukową. Jedyną niedogodnością jest brak metalizacji otworów w płytkach dwustronnych.

Sposób z kalkomanią, czy innymi wyklejkami, choć trochę pracochłonny i wymagający dużej staranności i czystości, jest bardzo dobry i pozwala uzyskać naprawdę profesjonalny wygląd druku. Przed laty wykorzystywaliśmy importowane z Zachodu znakomite profesjonalne wyklejki Chartpak, dostępne były też czeskie arkusze Propisot, wytwarzane dla Unitra-Unipro, w kraju takie odciskane wyklejki produkowały bodaj Wojskowe Zakłady Kartograficzne. Wyklejki takie były powszechnie używane do przygotowania płytek także w profesjonalnych biurach konstrukcyjnych. Obecnie wyklejki zostały całkowicie wyparte przez klisze naświetlane na podstawie komputerowego projektu (choćby z wykorzystaniem opisywanego programu Easytrax). Dla amatorów jest to jednak rzeczywiście nadal godny uwagi sposób. Czy jednak nadal można kupić takie wyklejki z jakiegoś dobrego, "niewysychającego" źródła? Chętnie zamieścilibyśmy w EdW reklamę firmy, która sprzedaje takie wyklejki.

Trawienie

Zdecydowana większość hobbystów trawi w chlorku, który jest dziś powszechnie dostępny. Niektórzy starsi Koledzy z przyzwyczajenia stosują jeszcze kwasy. Ale tego sposobu nikomu nie polecamy. Co prawda czas trawienia w kwasach jest bardzo krótki (nawet rzędu sekund), jednak ryzyko poparzenia czy zatrucia zdecydowanie powinno zachęcić do użycia chlorku.

Większość osób zwraca uwagę na sprawy bezpieczeństwa przy pracy z kwasami oraz na przygotowywanie i używanie chlorku. Podczas rozpuszczania chlorku silnie wzrasta temperatura, co może doprowadzić do pęknięcia szklanego, czy wykrzywienia plastikowego naczynia. Ponadto plamy z chlorki są praktycznie nie do usunięcia, dlatego jeden z kolegów radzi trawić płytki gdzieś na dworze, a nie w mieszkaniu. Ktoś inny zaleca pracę w gumowych rękawiczkach.

Niektórzy podali czas trawienia płytek w chlorku rzędu godziny lub więcej - jest to błąd - używają zbyt słabego roztworu chlorku. W świeżym kilkudziesięcioprocentowym roztworze trawienie trwa około pięciu minut, w zużytym do 15 minut.

Jeden kolega zeznał, że trawi metodą elektrolityczną w roztworze soli kuchennej. Zapewne nigdy tego nie robił, a tylko przepisał receptę z jakiejś publikacji - znamy się na takich chwytach! Metoda ta nie daje dobrych wyników, a płytkę dla usunięcia resztek miedzi i tak należy na koniec potraktować chlorkiem lub kwasem. W metodzie tej nie ma praktycznie sposobu na wytrawienie całej zbędnej miedzi i nie warto jej nawet próbować.

Prace końcowe

Niektórzy cynują ścieżki, nie jest to jednak ani zalecane, ani konieczne, a w układach w.cz. nawet niepożądane. Oczyszczone ścieżki trzeba natomiast obowiązkowo pomalować roztworem kalafonii w denaturacie.

Kilku kolegów przyznało się, że na koniec malują ścieżki kolorowym wodoodpornym mazakiem, tworząc namiastkę soldermaski - nie daje to jednak żadnych praktycznych korzyści. Dobrym zwyczajem jest natomiast wykonanie takim flamastrem opisu od strony elementów.

Inne

Nikt nie przyznał się, że ma dobry sposób na metalizację otworów w płytkach dwustronnych - rzeczywiście jest to trudne zadanie, a stosowny sprzęt i odczynniki kosztowałyby masę pieniędzy. Jeden z Was podał namiary na czasopismo Zrób Sam 3/88, gdzie podobno opisana była metoda wykonania takiej metalizacji.

Oblutowanie nóżki elementu z dwóch stron nie zawsze jest możliwe (na przykład pod kondensatorem elektrolitycznym. Dlatego rzeczywiście w niektórych przypadkach należy zaprojektować dodatkowe otwory służące do wlutowania przelotek z drutu.

Listy... listy... listy...

W drugiej części prezentujemy kilka listów, naszym zdaniem najbardziej charakterystycznych, pokazujących różne podejścia do tematu wykonywania płytek.

Mam piętnaście lat. Elektroniką zajmuję się od pięciu lat, wytrawianiem płytek od trzech lat i myślę, że nabrałem już trochę wprawy i doświadczenia.

Z początku kupowałem tanie pisaki do rysowania ścieżek, ale szybko się przekonałem, że lepiej jest kupować droższe bo są naprawdę lepsze.

Gdy mamy już wycięty laminat, dokładnie przykładamy do niego wcześniej przygotowany schemat rozmieszczeń otworów i małym punktakiem lub ostro zakończonym starym, złamanym śrubokrętem zaznaczamy na płytce miejsca, w których mają być otwory. Im dokładniej to zrobimy, tym bardziej ładnie będzie wyglądała płytka w efekcie końcowym.

Najłatwiej jest wiercić małą wiertarką elektryczną przeznaczoną właśnie do wiercenia otworów w płytkach. Wiertarkę taką można kupić w sklepie dla elektroników. Nie są one tanie, kosztują w granicach 50 zł, ale naprawdę opłaca się zaoszczędzić i kupić taką wiertarkę.

Najpierw wiercimy wszystkie otwory wiertłem o średnicy 0,8mm, a później możemy rozwiercić otwory wiertłem o większej średnicy p. 1,0mm. Dobrze jest tak robić ponieważ, otwory o średnicy 0,8mm wystarczają pod nóżki układu scalonego tym lepiej będzie nam przeprowadzić ścieżkę między jego nóżkami.

Ja przekonałem się, że ścieżki najlepiej jest malować tuszem Pentel-Paint Pen 0.5 lub pisakiem Dalo 33, a większe powierzchnie płytki zwykłym lakierem do paznokci. Gdy musimy przeprowadzić ścieżkę między nóżkami układu scalonego, wcześniej wspomnianym tuszem jest to bardzo proste, ponieważ rysuje on bardzo cienko.

Gdyby jednak ścieżki połączyły nam się, wystarczy igłą zdrapać niepotrzebny tusz i mamy problem z głowy.

Ja uważam, że najlepiej jest wytrawiać płytki w roztworze kwasu solnego HCL (o niskim stężeniu) i wody utlenionej, bądź perhydrolu. Jednak przy tym sposobie należy zachować szczególną ostrożność, ponieważ podczas trawienia płytki wydziela się duszący gaz. Dlatego wytrawiać płytkę należy w dobrze przewiewnym pomieszczeniu.

Radosław Sikoń, Lubawka

Ścieżki maluję aktualnie lakierem nitro, z powodu braku pisaka olejnego (srebrnego), którego wcześniej używałem do tego celu. Bardzo dawno temu korzystałem z lakieru do paznokci, dopóki się nie skończył. Kiedyś zamalowałem lakierem nitro całą płytkę i później drapałem ścieżki cyrklem mając nadzieję, że wyjdą lepiej niż po malowaniu. Niestety ich jakość wcale nie była taka rewelacyjna jak się spodziewałem. Aktualnie maluję je tylko cienkim śrubokrętem, tzn. musi mieć on wąskie zakończenie, aby ścieżki nie wychodziły zbyt grube. Najlepszy przyrząd do rysowania można dobrać tylko na drodze doświadczalnej. Sam na ogół nie rysuję cienkich ścieżek w swoich projektach. Jeżeli już muszę, to albo stosuję korektę grubości ścieżki cyrklem albo przewiduję zworkę z drutu, najczęściej od strony druku. Otwory zaznaczam i wiercę zawsze przed naniesieniem rysunku ścieżek. Otwory zaznaczam cyrklem przebijając je przez rysunek ścieżek na kartce. Co do otworków pod scalaki, to wykonałem sobie matrycę pod obudowę DILl4 i na płytce zaznaczam tylko otwory po przekątnej układu i dalej wiercę przez matrycę. Daje to bardzo dobre efekty. Do wykonywania otworków używam 12-woltowego silnika do wycieraczek zamocowanego w statywie z założonym uchwytem do wierteł. Bez statywu wiercenie byłoby cokolwiek trudne, normalną wiertarką dla mnie niemożliwe (szkoda wiertełek 1mm do takiego wiercenia). Płytki dwustronne wykonywałem w ten sposób, że najpierw wierciłem otworki, a dopiero później rysowałem ścieżki z obydwu stron płytki. Przelotki wykonywałem z półcentymetrowego kawałka drutu miedzianego zagiętego z każdej strony laminatu zgodnie z kierunkiem przebiegu ścieżek, tak aby sam nie wypadł. Podczas montażu nie zaginam nóżek elementów. Pożytek z tego mały, a element później trudno wylutować. Do trawienia płytek używam kwasu azotowego (HNO_3) o stężeniu ok. 30-50%. Trawi on w miarę szybko i dokładnie, jednakże jakość druku w dużej mierze zależy od czystości powierzchni płytki i grubości warstwy lakieru. Chlorku żelazowego nigdy nie stosowałem - nie jestem przekonany do tego środka.

Piotr Wronowski

Piotr przysłał także kserokopię artykułu dotyczącego wykonania płytki od podstaw, to znaczy łącznie z pokrywaniem laminatu miedzią. Artykuł ten ma jednak dla naszych Czytelników niewielką wartość praktyczną, bo laminat jest łatwo dostępny. Godną zacytowania uwagą jest ostrzeżenie przed stosowaniem kwasu azotowego - tu Autor artykułu, znany specjalista od chemii - Stefan Sękowski, daje radę całkowicie sprzeczną z treścią cytowanego właśnie listu. Artykuł Stefana Sękowskiego zawiera ponadto receptę na regenerację zużytego roztworu chlorku żelazowego. Polega to na dodaniu do roztworu chlorku niewielkiej ilości kwasu solnego HCl i nadtlenku wodoru H_2O_2 (wody utlenionej). Tego sposobu jednak nie próbowaliśmy. A oto następny list.

Próbowałem różnych sposobów. Jak nie było dostępu do żadnych środków chemicznych i laminatu, to wykorzystywałem kawałek jakiegoś materiału izolacyjnego (np. preszpan).

W nim robiłem otwory pod elementy, a od tyłu łączyłem za pomocą drutu strzałowego lub wycinałem z cienkiej blaszki ścieżki i robiłem połączenia pomiędzy elementami. Od tamtego czasu nastąpiła duża zmiana, można kupić laminat i środki do wytrawiania.

Tak jak wszyscy elektronicy w różny sposób wykonywałem obwody na laminacie: przez zdrapywanie zbędnej warstwy miedzi, przez pokrywanie laminatu woskiem, a następnie przez usuwanie (odsłanianie pól do wytrawiania) wosku. Ale wszystkie te metody przy bardziej skomplikowanych płytkach zawodzą.

Obecnie po wycięciu przystępuję do odtłuszczenia płytki za pomocą acetonu, ale może być zmywacz do paznokci lub inny rozpuszczalnik. Po tej operacji płytki nie wolno dotykać palcami, aby jej nie zatłuścić. Nanoszenie ścieżek zaczynam od przeniesienia punktów lutowniczych na kalkę techniczną. Kalkę za pomocą taśmy samoprzylepnej mocuję do płytki, ostrym punktakiem zrobionym ze złamanego gwintownika i młotkiem delikatnie zaznaczam punkty na płytce, a następnie poprawiam pisakiem olejowym Paint Marker, Paint Pen 0,5 firmy Pentel, który jest dość dobry do takich celów. Proponuję ścieżki kilkakrotnie zaznaczyć pisakiem, co daje w efekcie lepszą ochronę przed wytrawiaczem. Pisaki alkoholowe wg moich praktyk są zbyt nietrwałe i nawet przy krótkim czasie wytrawiania następuje podtrawienie ścieżek. Również dobrą metodą wykonywania ścieżek jest użycie wilbry, którą można kupić w sklepach szewskich. Wilbrę nakładamy ostrą zapałką. Gdy są potrzebne grube linie (ścieżki) do dużych obciążeń, w sklepach samochodowych można kupić pisak do uzupełniania lakieru samochodowego. Do wytrawiania używam chlorku.

Otwory wiercę ręczną lub celmowską, 500W wiertarką zamocowaną w stojaku. Pozostałości jakie zostaną po wierceniu zbieram większym wiertłem i przecieram drobnym papierem ściernym.

Co do obudów, w których muszą być nietypowe otworu (obudowy plastikowe) to polecam wycinać za pomocą lutownicy, a następnie obrobić ostrym nożem lub pilnikiem.

Panele można wykonać w różny sposób: przez nanoszenie kalkomanii lub przyklejanie smoprzylepnych nalepek, ale w niektórych zakładach ksero wykonują foliogramy. Najpierw rysuje się na białym papierze linie i opisy, a w zakładzie kserograficznym przenoszą na folię. Daje to obudowie estetyczny wygląd, aby jeszcze lepiej wyglądało należy pod foliogram podłożyć biały papier.

Paweł Pietrzycki, Wałbrzych

Najpierw robię projekt płytki za pomocą programu "Eagle", to samo można zrobić za pomocą programu "Easy Trax". Jeszcze prościej jest odbić na ksero wkładkę z EdW. Wiertarkę wykonałem ze zdemontowanego silnika, na który umocowałem borkop z małej, ręcznej wiertarki. Wcześniej w miejscu borkopu miałem uchwyt na ołówek z cyrkla, który był przylutowany do oski. Średnicę wiertła dopasowuję do uchwytu za pomocą cienkiego drutu, który owijam szczelnie na wiertełku, można też wiercić otwory igłami ze strzykawek, ale osobiście nie próbowałem.

Do malowania ścieżek używam farby spirytusowej, którą można zmywać i rozcieńczać spirytusem. Farbę rozprowadzam zwykłą stalówką, nie bardzo nadaje się do tego stalówka redis. Zauważyłem, że po spiłowaniu kulki znajdującej się na końcu stalówki maluje się lepiej. Farba powinna mieć odpowiednią gęstość, zbyt rzadka rozpływa się lekko, zbyt gęsta nie pozwala ciągnąć ścieżek bez częstego zanurzania stalówki w farbie. Po lekkim wprawieniu łatwo ciągnąć ścieżki między nóżkami scalaków. Płytkę wkładam tak, aby pływała po powierzchni chlorku (drukiem do chlorku). Jeżeli chcę przyspieszyć reakcję chemiczną podgrzewam płytkę żarówką skierowując strumień wprost na nią. W zależności od użytego laminatu (lekko przezroczysty) widzę przez płytkę na jakim etapie jest proces trawienia. Należy jeszcze wspomnieć o tym, aby uważać przy zanurzeniu płytki, nie może dostać się pęcherz między płytkę, a powierzchnię chlorku.

Adam Dziergas, Jastrzębie Zdrój

Henryk Helmanowicz *z Poznania zajmujący się elektroniką od wielu lat przysłał fotografie wiertarki własnej konstrukcji. W liście napisał:*

Rysunek płytki przygotowuję na papierze milimetrowym w skali 1:1, przedstawia on układ ścieżek od strony druku. Następnie przyklejam wycięty rysunek do płytki przezroczystą taśmą i przy pomocy szpikulca zaznaczam środki punktów lutowniczych (ułatwia wiercenie otworów). Czyszczę powierzchnię płytki proszkiem do szorowania np. Javoxem, ołówkiem przerysowuję układ ścieżek z papieru milimetrowego. Ścieżki rysuję kalafonią rozpuszczoną w denaturacie (konsystencja śmietany). Do rysowania używam piórka redis 0,5-1mm i wiertarki własnej konstrukcji. Zbudowałem ją z części starej drukarki, silnika o mocy 40W jednofazowego, uchwytu do wierteł od wiertarki "Piko". Wiertarka wyposażona jest w mikrowyłącznik wyłączający wiertarkę po puszczeniu dźwigni przesuwu.

Jeśli chodzi o płytki dwustronne wykonałem kilka w powyższy sposób. Najpierw wierciłem otwory, aby wyznaczyć punkty lutownicze dla dwóch stron. Następnie wierciłem otwory do mocowania płytki w obudowie, w które wkręcałem wkręty M3 o dł. ok. 20mm, tak aby płytka nie mogła dotykać podłoża przy rysowaniu ścieżek. W czasie trawienia wkręty zabezpieczały przed przypadkowym uszkodzeniem warstwy kalafonii (jest plastyczna i łatwo ją uszkodzić).

Henryk Helmanowicz, Poznań

A oto fragmenty kolejnego listu:

Prowadzę w Harcerskim Klubie Łączności w Śremie pracownię politechniczną już ponad dwadzieścia lat i to co niektórym sprawia kłopoty konstrukcyjne okazuje się często być rzeczą bardzo błahą. Tyle ogólnie, a teraz do rzeczy, a raczej nieśmiertelnego tematu konstrukcji czyli płytki drukowane na plan pierwszy...

Laminaty - spotykane są w kraju dwa rodzaje laminatów, tzw. papierowo-fenolowy o kolorze w różnych odcieniach brązu i czasami widocznej, włóknistej strukturze papieru (można trafić włóknistą strukturę tkaniny) oraz tzw. szkłoepoksydowy, gdzie prawie zawsze widać tkaninę z włókna szklanego nasyconą żywicą epoksydową. Laminat papierowy ma stosunkowo niską odporność na zwęglenie i należy pamiętać o tym, by rezystory o dużej mocy traconej odsunąć od powierzchni laminatu. Nie daje się ciąć nożycami do blachy czy gilotyną, a nawet przecinając go piłką do metalu należy ciąć pod bardzo ostrym kątem prawie płasko. Stosunkowo łatwo można na nim wykonać przecięcie ścieżki nożem lub nawet samą ścieżkę wycinając nożem fragment laminatu. Laminat ten daje się wydrapać, ale tych opisanych metod nie polecałbym jako technologii, a raczej jako ostatnią deskę ratunku, jako że ten typ laminatu jest bardzo łamliwy, ma za to zaletę, że stosunkowo mało tępi wiertła używane do wiercenia otworów i jest nieznacznie tańszy.

Laminat szkłoepoksydowy jest nieco droższy i dosyć mocno tępi wiertła, lecz wykonany jest z materiału o dobrych własnościach izolacyjnych, dobrej odporności na temperaturę i chemikalia używane do trawienia płytek, dobrych własnościach dla zakresu wielkich częstotliwości (do około 400MHz), daje się ciąć gilotyną czy też nożycami do blachy, a tym bardziej piłką do metalu. Jest znacznie twardszy przy zaznaczaniu punktów pod miejsca obróbki, ale np. przy mało wprawnym uderzeniu punktaka młotkiem nie pęka, tak jak laminat papierowy...

Punktujemy ostro naostrzonym punktakiem (jeśli ktoś takowego nie posiada to niech zaopatrzy się w zużytą iglicę wtryskiwacza do silników wysokoprężnych) uderzając go lekko tak by powstało niewielkie zgłębienie umożliwiające dobre wiercenie, a nie dziura czy wręcz pęknięcie laminatu. Polecałbym młotek o małej masie (ja to robię kombinerkami, a czasem z konieczności rolę młotka pełnią też ucinaczki...)

Ścieżki

Napunktowane otwory wiercimy w zależności od posiadanych wierteł, przy czym nie polecałbym ciężkich wiertarek o mocy ponad 100W, gdyż zanim nabędziemy potrzebnej wprawy zdążymy złamać sporo wierteł...

Zupełnie wystarczającym do rozwiązaniem jest cichobieżny silniczek krótkozwarty od starego adapteru (gramofonu) z lat 60-tych, najlepiej o prędkości ponad 2000 obr/min i z prostym uchwytem na jeden rodzaj wierteł. Używane w pracowni wiertarki są na takich właśnie silnikach, a przy zainstalowaniu tzw. ruchomego stolika i statywu prawie nie występuje łamanie wierteł. Oczywiście nie każdemu warto wykonywać wiertarki "półprofesjonalne", więc mogę zaproponować rozwiązanie prostsze, opisane już poprzednio wykorzystujące silnik od magnetofonu kasetowego bez układu regulatora obrotów i zasilanego napięciem około 9V tylko na czas wiercenia (czyli trzeba zamontować najlepiej na samym silniczku mały wyłącznik).

Po wywierceniu otworów w płytce proponuję przy skomplikowanym rysunku ścieżek najpierw je wyrysować jako zwyczajne linie ołówkiem, najlepiej HB o średnicy 0,5 pomiędzy poszczególnymi punktami.

Lakier

Proponuję rozpuszczenie w alkoholu (denaturat) kalafonii używanej do lutowania w proporcji 1 gram kalafonii i 1cm sześcienny denaturatu. Nie każda kalafonia jest podatna na całkowite rozpuszczenie się w alkoholu i mogę zaproponować dodanie niewielkiej ilości rozpuszczalnika typu terpentyna lub terpin, ale wówczas ścieżki naniesione tą miksturą nieco dłużej muszą schnąć. Z innych znanych mnie lakierów mogę polecić smołę np. zebraną z bateryjki i rozpuszczoną w niewielkiej ilości benzyny - uwaga na łatwopalność!

Innych lakierów bym nie polecał, jako pokrycie ochronne. Lakier do paznokci wysycha moim zdaniem zbyt szybko i dosyć uciążliwe jest jego nanoszenie. Mogę natomiast polecić jako pokrycie ochronne i alternatywę wykony-

wania płytki zastosowanie parafiny ze świecy, przy czym nanosimy ją bardzo cienką warstwą, równomiernie rozprowadzamy podgrzewając tylko na tyle by się rozpłynęła nad płomieniem lub płytą kuchenki. Płytkę studzimy w pozycji poziomej, a następnie zatemperowaną końcówką zapałki dosyć starannie dociskając usuwamy ochronną warstwę parafiny z miejsc, gdzie ma być folia wytrawiona. W zależności od zatemperowania zapałki wytrawieniu może ulec bardzo wąski lub szerszy pasek miedzi. Wszelkie nawet małe pozostałości parafiny na laminacie skutecznie chronią powierzchnię miedzi i dlatego należy starannie usunąć "zdrapane" resztki. Ewentualne niepowodzenia przy zdrapywaniu zawsze możemy poprawić poprzez naniesienie lutownicą pistoletową kropli parafiny i kolejną poprawkę.

Dla zwolenników przyborów kreślarskich informacja o możliwości użycia tuszu kreślarskiego wodoodpornego FIOLETOWEGO (nie wiem dlaczego tylko ten jest w miarę odporny na chlorek).

Nanoszenie ścieżek - można to zrobić za pomocą małej strzykawki (2ml) z otworem i uciętych igieł jednorazowych (0,6mm). Po zakończeniu pracy wyciskamy resztę lakieru do pojemnika, a strzykawkę wraz z igłą czyścimy danym rozpuszczalnikiem. Ewentualne zatkanie igły autor przepycha stalowym drutem z polowego, wojskowego kabla telefonicznego. Stosując odpowiednio zeszlifowaną końcówkę igły można uzyskać inną szerokość ścieżki lub ciągnąć ją kilkakrotnie. Duże powierzchnie najlepiej wykonać poprzez zaznaczenie obrysu igłą, a następnie zamalowanie lakierem za pomocą pędzelka.

Płytkę suszymy, a następnie trawimy. Po wytrawieniu zmywamy płytkę rozpuszczalnikiem w przypadku lakieru smołowego, usuwamy warstwę parafiny poprzez nagrzanie płytki i starcie jej na gorąco lub staranne powtórne przetarcie drobnym papierem ściernym. W przypadku pokrycia płytki lakierem kalafoniowym, jeśli nie zaniedbaliśmy jej przeszlifowania wcześniej, to nie wymaga ona żadnego dodatkowego oczyszczenia przed lutowaniem, mało tego, możemy stosować cynę bez topnika!

Alternatywa

Przy bardzo skomplikowanych rysunkach płytek idziemy do zakładu ksero, prosimy o wykonanie ksero na folii i w domu posługując się żelazkiem oraz ochronną warstwą papieru, tak aby wytworzyć na styku folii i miedzi temperaturę około 140 stopni, powodujemy sklejenie się całości. Po ostudzeniu delikatnie odrywamy folię, a cały (przynajmniej w założeniu) rysunek ścieżek przechodzi na laminat. Można również użyć secjalnej folii TESS.

Wykonane tą drogą rysunki ścieżek mają tylko dwie (zdaniem autora) wady - stosunkowo dużą cenę i stosunkowo dużą ilość poprawek po trawieniu: jednak znam osoby, które tylko tej metody używają, a błędy wynikłe z niedoskonałości technologii po wytrawieniu uzupełniają cienkim przewodem.

Przy stosowaniu fotochemicznej metody produkcji płytek drukowanych zwracam uwagę na częsty błąd przy naświetlaniu naniesionej emulsji poprzez szybę, gdyż zwykle szkło prawie nie przepuszcza promieniowania ultrafioletowego!

Trawienie

Do trawienia najlepiej jest stosować roztwór chlorku żelazowego, który obecnie można uzyskać w większości sklepów z materiałami dla elektroników. Pomimo, że nie jest on tak groźny dla zdrowia jak stosowany czasem 30 procentowy roztwór kwasu azotowego, to nie radziłbym nikomu lekceważyć jego szkodliwego działania, gdyż jest to tylko kwestia stężenia, czasu działania, a czasem zwyczajnej lekkomyślności. Po częściowym wyczerpaniu zdolności trawiących możemy nieco roztwór zregenerować poprzez dodanie perhydrolu (stężona woda utleniona - Żrące!).

Zbigniew Rapp, Śrem

Na koniec zachowaliśmy dwa listy, które od strony praktycznej przedstawiają jeszcze inne metody:

***Paweł Pawłowicz** z Wrocławia pisze:*

Zwykle do opracowania nowego projektu używam komputera, a więc najpierw schemat, potem kształty obudów, netlista, opracowanie płytki. Pisaliście o tym sporo na łamach EdW i EP. Gdy mam już gotowy projekt druku stosuję jedną z dwu metod, albo jest to wydruk na drukarce laserowej, i dalej identycznie jak w sytuacji, gdy dysponuję planem druku (np. z wkładki z EP), albo generuję plik w formacie HPGL i na innym komputerze kopiuję go na ploter rysując bezpośrednio na płytce. Jednak znacznie łatwiej o tym pisać, niż to zrobić. W szczególności zamocowanie pisaków do plotera (używam pisaków Pentel Paint Pen 0,5 oraz do grubszych ścieżek Pentel Marker Fine Point) wymaga współpracy zaprzyjaźnionego mechanika. Ploter, do którego w ogóle można je zamocować należy do rzadkości. Pisaki też mają paskudny zwyczaj zasychania podczas pracy, należy więc używać w miarę nowych i dobrze rozpisanych pisaków.

Jeśli mam plan druku, taki jak z EP czy EdW stosuję metodę termotransferu. Polega ona na wykonaniu kserokopii na folii (koniecznie do kserografów, najlepsze są folie cienkie, błyszczące i całkowicie przezroczyste), nagrzaniu płytki (robię to "na oko" w elektrycznym piecyku), trzeba uważać, żeby powierzchnia płytki nie utleniła się (nie można więc grzać zbyt mocno) i przeniesieniu tonera z folii na płytkę. Folię z rysunkiem należy położyć na gorącą płytkę pewnym ruchem, nie można jej "poprawiać" po przyłożeniu każda próba przesunięcia folii już po dotknięciu nią płytki prowadzi do jej zniszczenia. Natychmiast po przyłożeniu folię należy przywałkować gumowym wałkiem, takim jakiego kiedyś używało się do wałkowania odbitek fotograficznych przy ich suszeniu na szybie (ciekawe, kto pamięta te czasy) lub gorącej płycie.

Następnie płytkę z folią należy wystudzić i dopiero wtedy ostrożnie oderwać folię. Toner powinien pozostać na płytce. Niestety, często małe fragmenty tonera pozostają na folii, retusz pisakiem bywa więc konieczny.

Najprostsze płytki projektuję na papierze. Używam do tego celu papieru z rastrem calowym, praca na zwykłym papierze milimetrowym często polecana w literaturze jest czystym horrorem, nic nie pasuje!. Papier zrobiłem sam, polecając programowi do projektowania płytek wypełnić obszar kartki A4 ścieżkami o szerokości 3 mils w odstępie 100 mils. Nie ma sensu próba zdobycia papieru calowego z Anglii lub USA. Jest on co prawda produkowany, warto jednak pamiętać, że cal dzieli się na osiem, a nie na dziesięć części, znów więc nic nie będzie pasować.

Rysunek z takiego projektu "przeszpilkowuję" na płytkę. Używam do tego małego punktaka zeszlifowanego na dużo ostrzejszy kąt i małego młoteczka. Następnie rysuję ścieżki pisakiem.

Kolejnym etapem jest trawienie. Stosuję albo standardowy $FeCl_3$, albo roztwór "nadtlenkowo-siarczanowy", taki jaki stosują przemysłowi producenci płytek. Zrobić go dość łatwo: do 60ml wody destylowanej dodaję 7ml stężonego kwasu siarkowego i po wymieszaniu 40ml 30% perhydrolu. Roztwór ten jest dość agresywny, jony żelaza i manganu zawarte w znacznej ilości w "kranówce" katalizują rozkład nadtlenku wodoru. Z tego samego względu naczynia, w których trawiliśmy chlorkiem żelaza raczej nie przydadzą się. W trakcie przygotowania roztwór ogrzewa się do ok. 40°C i w tej temperaturze znakomicie pracuje. Trzeba jednak unikać przegrzewania roztworu, powoduje to bardzo znaczne przyspieszenie szybkości reakcji trawienia miedzi, co prowadzi do zniszczenia płytki i "wykipienia" roztworu z naczynia, w którym prowadzona jest reakcja. Sama reakcja jest egzotermiczna, ciepło wydziela się podczas reakcji. Zaletą tej kąpieli jest znakomita widoczność płytki podczas trawienia. Świeży roztwór jest trwały, używany zawierający jony miedzi rozkłada się powoli. W przemyśle stosuje się stabilizatory, jednak ich skład jest tajemnicą firm produkujących roztwory do trawienia. Z moich eksperymentów wynika, że dość dobrym stabilizatorem jest kwas dipikolinowy (pirydynodikarboksylowy), jednak trudno go zdobyć. Najlepszym rozwiązaniem jest używanie niewielkich porcji czynnika trawiącego i wyrzucenie go po użyciu.

Po wytrawieniu zmywam tusz lub toner rozpuszczalnikiem. Toner dość źle rozpuszcza się w popularnych rozpuszczalnikach, znakomicie rozpuszcza go tetrahydrofuran, ten jednak nie najpiękniej pachnie.

Potem już tylko pokrycie roztworem kalafonii i płytka gotowa.

Na koniec jeszcze dwie uwagi: w Internecie spotkałem się kilkakrotnie z informację, że znakomite są pisaki Staedtler Lumocolor 313 Permanent.

Spróbowałem, efekt jest nie do przyjęcia.

Spotkałem tam też informację o trawieniu roztworem nadsiarczanu amonu. Nie udało mi się jednak namówić tego odczynnika do trawienia miedzi, na moje usilne próby odpowiedział on w końcu wybuchem. Odradzam więc eksperymenty z nadsiarczanem.

I jeszcze jedno, oczywiście płytka musi być wyczyszczona przed naniesieniem tonera czy tuszu. Środki typu "połysk bez zarysowań" są tu w zupełności wystarczające.

Paweł Pawłowicz, Wrocław

I jeszcze list, którego autorem jest Sebastian Biały z Sosnowca:

Na początku chciałbym się przedstawić. Nazywam się Sebastian Biały, mam 20 lat. Z wykształcenia jestem technikiem elektrykiem. Elektroniką interesuję się "od zawsze". Zaczynałem od prostych zestawów do samodzielnego montażu, jednak od paru lat próbuję swoich sił w realizacji własnych pomysłów. Przeglądając różne czasopisma trafiłem jednak na opis metody fotochemicznej w jednym z numerów EP. Po przeczytaniu artykułu teoretycznie każdy mógł wykonać sobie płytki tą metodą. Jednak w praktyce niewiele osób ma w domu możliwość dokładnego odmierzenia siedmiu gram NaOH. Również lampy ultrafioletowe dużej mocy są raczej drogimi urządzeniami. Sprawa wydawała się beznadziejna. Postanowiłem

jednak spróbować skromniejszymi środkami, a efektem moich eksperymentów chciałbym podzielić się z Wami.

Do rozpoczęcia zabawy w "fotografa" potrzebne będą następujące rzeczy:

1. Emulsja światłoczuła

Opisana niżej metoda dotyczy emulsji POSITIV 20 (PLUS). Inne emulsje mogą być przystosowane do zupełnie innych czasów naświetlania innego procesu technologicznego itd.

2. Źródło promieni ultrafioletowych

Zamiast stosować drogie lampy kwarcowe "do opalania" polecam specjalne świetlówki ultrafioletowe (mają kolor bardzo ciemnego fioletu). Oczywiście świetlówki potrzebują specjalnego osprzętu wspomagającego ich zapłon. Zwykłe podłączenie do gniazda 220V nic nie spowoduje, a może skończyć się tragicznie! Ja stosuję świetlówki o mocy 6W z "zimnym zapłonem". Za pomocą specjalnej latarki i zasilacza do niej. Można również wykorzystać dostępne w sklepach elektrycznych oprawy oświetleniowe do świetlówek.

3. Wywoływacz

Drogie, specjalne wywoływacze dostępne w sklepach elektronicznych wcale nie są lepsze od zwykłego wodorotlenku sodu NaOH do nabycia w każdym sklepie chemicznym pod nazwą "Soda Kaustyczna". Uwaga! Silnie żrący!

4. Kuweta fotograficzna (lub inny płaski pojemnik odporny na roztwór zasady) oraz szczypce fotograficzne.

5. Pudełko szczelnie zamykane, chroniące przed dostępem światła.

6. Szybka szklana o wielkości wykonywanej płytki lub większa.

Pracę należy zacząć od przygotowania powierzchni laminatu. Ja używam do tego celu papieru ściernego tzw. "zerówki", jednak może być inny, możliwie delikatny. Tak oczyszczonego laminatu nie trzeba już odtłuszczać. Następnie należy pokryć go emulsją światłoczułą. Przygotowujemy więc kawałek grubej tektury oraz igłę. Ważną rzeczą jest, aby płytkę pokrywać do pomieszczenia z jak najmniejszą ilością kurzu. Świetnie do tego celu nadaje się łazienka, przy czym jeśli znajduje się tam okno należy je zasłonić i ponieważ emulsja reaguje na światło słoneczne. Całą operację można natomiast przeprowadzić przy zapalonym świetle żarówki.

Przygotowany laminat kładziemy na tekturze (dbając, by była ona ustawiona idealnie poziomo) i wahadłowymi, szybkimi ruchami pokrywamy go emulsją z wysokości ok. 10-15cm. Natychmiast po pokryciu płytki przyglądamy się powierzchni emulsji i jeśli znajdziemy jakąś nitkę kurzu szybko usuwamy ją za pomocą igły. Oczyszczanie emulsji należy przeprowadzić bardzo szybko, bo po ok. 10 sekundach emulsja nie jest już tak płynna i w miejscach naszej ingerencji igłą mogą pozostać obszary o zbyt cienkiej warstwie. Płytkę następnie wkładamy do pudełka i szczelnie zamykamy pozostawiając do wyschnięcia. Również i tu dbamy o to, aby pudełko było położone idealnie poziomo. W przeciwnym wypadku emulsja będzie mieć nierównomierną grubość. Płytka schnie w temperaturze pokojowej ok. 24 godz. W międzyczasie można przygotować kliszę.

Jako kliszy można użyć np. kartkę papieru z rysunkiem ścieżek. Niestety wkładka drukowana w Elektronice Praktycznej ma zbyt słaby kontrast i może nadawać się tylko na wzór do wykonania kliszy. Najlepszym sposobem jest projektowanie komputerowe i następnie wydruk na dobrej drukarce atramentowej lub laserowej. Osobiście nie mam dostępu do takiej drukarki, więc stosuję metodę bardziej pracochłonną, rysując ścieżki za pomocą tuszu na kalce technicznej. Aby wykonać w ten sposób kliszę należy przygotować papier milimetrowy, a jeszcze lepiej podobny do milimetrowego, ale z rozstawem calowym, kalkę techniczną dobrej jakości (bez zabrudzeń), szablon z otworami o różnej średnicy, linijkę oraz przede wszystkim tzw. rapidograf o jak najmniejszej średnicy (0,15-0,5mm) z metalową końcówką. Im cieńszy będzie rapidograf, tym dokładniej rysuje się ścieżki. Przygotowaną kalkę mocujemy do papieru milimetrowego za pomocą kawałków taśmy samoprzylepnej. Kalka powinna być na tyle przezroczysta, aby było widać pod nią papier milimetrowy. Można już zacząć rysować ścieżki za pomocą rapidografu. Ważną rzeczą jest stosowanie specjalnych linijek do tuszu. Mają one krawędź "z wcięciem", co zapobiega rozlewaniu się tuszu.

Po odczekaniu 24 godzin można przystąpić do naświetlania płytki. Należy położyć ją na płaskiej powierzchni i przykryć właściwą stroną kliszy. Najlepsze efekty otrzymamy przykładając kliszę stroną z rysunkiem bezpośrednio do powierzchni emulsji, jednak wtedy rysunek ścieżek będzie odwrócony. Dlatego ścieżki należy rysować na kliszy patrząc na płytkę od strony elementów, kliszę dociskamy szybką szklaną i umieszczamy nad tym wszystkim źródło promieni ultrafioletowych. W przypadku świetlówki 6W odległość od rury do szybki szklanej wynosi ok. 10cm. Czas naświetlania to ok. 1 godz. Dla innych mocy źródeł światła i odległości czas ten należy dobrać indywidualnie, przy czym lepiej jest płytkę naświetlać nieco dłużej, niż zbyt krótko. Do pomieszczenia, w którym trwa naświetlanie nie wolno wchodzić, gdyż promieniowanie UV jest szkodliwe, natomiast, gdy jest to konieczne należy założyć okulary przeciwsłoneczne z filtrem UV. Po naświetleniu na powierzchni płytki powinien się pojawić bardzo słaby rysunek ścieżek. Po naświetleniu płytkę można wywołać.

Jako roztwór wywoławcza najlepiej nadaje się wodorotlenek sodu. Do kuwety fotograficznej wlewamy ok. pół litra wody i dodajemy 20-25 granulek NaOH (w takiej formie jest on sprzedawany jako soda kaustyczna). Następnie wkładamy naświetloną płytkę do tego roztworu. Jeśli po ok. 20 sekundach roztwór wokół płytki nie zabarwi się na czerwono, co świadczy o rozpuszczaniu się emulsji, należy dołożyć jeszcze dwie granulki NaOH. Po dokładnym wymieszaniu ponownie wkładamy płytkę do roztworu. Należy powtarzać tę operację dotąd, aż pojawi się czerwone zabarwienie. Przestrzegam przed wsypaniem połowy opakowania sody "żeby było szybciej", bo spowoduje to błyskawiczne rozpuszczenie się całej emulsji. Jest ona bardzo czuła i dobieranie stężenia wywoływacza jest chyba najtrudniejszą częścią całego procesu. Jednak raz wykonany wywołacz może być wykorzystywany wielokrotnie - należy tylko co jakiś czas dodawać pojedyncze granulki NaOH. Podczas wywoływania płytką należy poruszać za pomocą szczypiec fotograficznych. W momencie rozpuszczenia się resztek emulsji płytkę należy dokładnie spłukać pod bieżącą wodą. Nie wolno dotykać płytki palcami, gdy są na niej jeszcze ślady NaOH. Ponieważ jest to substancja bardzo żrąca, podczas całej operacji należy zachować szczególną ostrożność, aby nie dopuścić do kontaktu wywoływacza ze skórą. Jeśli tak się stanie należy natychmiast spłukać to miejsce pod bieżącą wodą. Dobrym pomysłem jest założenie okularów ochronnych i rękawiczek. Po wywołaniu płytki należy obejrzeć ją i wszelkie "nadplanowe" kropki i linie lub pozostałości emulsji w niewłaściwych miejscach należy usunąć ostrym narzędziem. Jeśli wszystko się uda, na powierzchni płytki emulsja powinna pozostać tylko w miejscach, gdzie będą przebiegać ścieżki, czyli wszędzie tam, gdzie klisza miała kolor czarny.

Płytkę można teraz wytrawić w dowolnym wytrawiaczu, np. w chlorku żelaza. Należy jednak pamiętać, że emulsja nie jest specjalnie odporna na wytrawiacz i większe jego stężenie może ją "przeżreć", a ścieżki będą wyglądać w powiększeniu jak sitko. Po wytrawieniu emulsję można usunąć dowolnym rozpuszczalnikiem do lakierów, np. acetonem.

Opisana wyżej metoda jest bardzo skuteczna, jeśli wykonuje się więcej płytek o takim samym rysunku ścieżek. Jednak sensowne jest również wykorzystanie jej do wykonania tylko jednego projektu płytki, ponieważ w wyniku wysokiej dokładności bardzo proste jest np. prowadzenie ścieżek pomiędzy wyprowadzeniami układu scalonego, czy wykonanie klisz do płytek dwustronnych.

PS. Do naświetlania można wykorzystać promienie słoneczne, jednak dobranie właściwego czasu naświetlania przy zmiennej pogodzie graniczy z cudem.

Sebastian Biały, Sosnowiec

Był to jedyny list, dotyczący metody fotochemicznej. Inni Czytelnicy zgodnie zeznają, iż będą malować płytki ręcznie, dlatego wkładka w EdW przedstawia widok ścieżek od strony druku (w odróżnieniu od EP, gdzie na wkładce są rysunki ścieżek od strony elementów, potrzebne przy metodzie fotochemicznej).

W praktyce papierowa wkładka nie zapewnia dobrego kontrastu potrzebnego do profesjonalnego wykonania matryc sitodrukowych czy naświetlenia emulsji. Do tego zazwyczaj wykorzystuje się klisze wykonane z pomocą naświetlarki postscriptowej lub fotoplotera. Takie klisze moglibyśmy bez trudu wykonać, jeśli nasi Czytelnicy byliby nimi zainteresowani. Mogłyby to być klisze pozytywowe lub negatywowe.

W zacytowanych listach zawarte jest wiele cennych, praktycznych rad. Nie zamykamy jednak jeszcze tematu płytek drukowanych. Gotowi jesteśmy przedstawić kolejne wskazówki. Jeśli więc macie jakieś ciekawe "patenty", zgłoście je już jako agenci McGyvera. Czekamy na opinie dotyczące wykorzystania folii światłoczułej albo laminatu powlekanego emulsją światłoczułą (popularny na Zachodzie). Czy potrzebne byłyby Wam klisze z rysunkiem ścieżek?

Zaprezentowane listy nie wyczerpały także sprawy sensownej wiertarki, w szczególności dobrego uchwytu do wierteł o średnicy 0,7...1,5mm.

Chcielibyśmy też doprowadzić temat do samego końca, czyli przedstawić źródła zakupu materiałów i chemikaliów. Czekamy zarówno na informacje od Czytelników, jak i na zgłoszenia sklepów i hurtowni, zwłaszcza tych, które prowadzą sprzedaż wysyłkową.

"Szkoła Konstruktorów" nabiera rozpędu. Otrzymujemy wiele listów. Bardzo cieszą nas szczegółowe rozwiązania nadsyłane przez doświadczonych praktyków - oby ich było jak najwięcej - a z drugiej strony, bardzo zależy nam na ujawnieniu młodych i bardzo młodych talentów, którzy dopiero raczkują w elektronice. Jak wynika z listów, niektórzy z Was nie bardzo wierzą we własne siły i są pełni obaw. Okazuje się, że to właśnie ci nieśmiali uczestnicy nadsyłają wiele oryginalnych i ciekawych pomysłów. Nie obawiajcie się więc popełnienia jakichś błędów, przysyłajcie także rozwiązania częściowe.

Zadanie 9

Ochrona przed włamaniem

Nadchodzi zima. Długie wieczory są dobrą okazją do działania dla amatorów cudzego mienia. Rzeczywiście, wieczorem łatwo zaobserwować, które mieszkania czy domki jednorodzinne pozostały bez opieki. Jedną z widomych oznak są wygaszone światła. Ale nawet pozostawienie włączonej na stałe jednej lampy, radia czy telewizora nie ma większego sensu, bo każdy łatwo się zorientuje, że mieszkanie jest puste.

Tematem zadania numer 8 jest więc **zaprojektowanie układu elektronicznego, który zmniejszałby szansę na wizytę złodziei, ewentualnie powiadamiałby właściciela bądź sąsiadów o włamaniu.**

Zadanie o mniej więcej takiej treści zaproponowali: Jakub Blicharski z Kielc, Wiktoryn Żeberecki z Pszczelej Woli i Zbigniew Dobrzański z Częstochowy.

Temat zadania jest w sumie bardzo szeroki, ponieważ można wziąć na warsztat różne warianty. Pierwszy z nich to wykonanie praktycznego symulatora obecności domowników dla mieszkań w bloku czy domków jednorodzinnych.

Zbigniew Dobrzański pisze: *Zadaniem jest stworzyć wrażenie zamieszkiwania domu. Urządzenie powinno włączać światła w domu w sposób i w kolejności imitującej normalne użytkowanie domu.*

O zachodzie słońca powinno się włączyć światło w pokoju gościnnym i kuchni. Po 45 minutach w jadalni, po następnych 15 minutach powinno zgasnąć w pokoju dziennym i kuchni, itd, aż do wygaszenia świateł w łazience i sypialni, gdy "domownicy" idą spać.

Zadanie takie jest dość trudne, a największy problem nie polega na zbudowaniu elektronicznego układu sterującego, tylko na znalezieniu sposobu na przesłanie sygnałów sterujących i włączanie lamp rozrzuconych po całym domu. Pół biedy, gdy ktoś buduje dom od podstaw. Wtedy można tak zaprojektować instalację elektryczną i ewentualnie poprowadzić dodatkowe przewody sterujące, aby można było z jednego punktu sterować pracą wszystkich lamp i gniazdek sieciowych. Ja, Wasz Instruktor, mam w domu pod tynkiem rozbudowaną sieć kabli sterujących, która umożliwia mi połączenie centralki sterującej z niemal każdym punktem domu i pobliskiego budynku wielofunkcyjnego.

Ale nie każdy ma taką sieć. Co zaproponujecie? Jak przesłać informację z centralki sterującej do kilku pomieszczeń? Jakich elementów wykonawczych użyć? Czy mają to być triaki, czy raczej przekaźniki? i Gdzie mają być umieszczone, żeby nie psuły estetyki wnętrz?

Serdecznie zachęcam do zmierzenia się z próbą zaprojektowania takiego dużego systemu. Byłby on pożyteczny nie tylko w symulatorze obecności, ale również do zdalnego sterowania wieloma innymi urządzeniami, a także do sygnalizacji.

Wiem jednak, że tak złożone zagadnienie będzie dla niektórych z Was po prostu za trudne.

Ponadto należy wziąć pod uwagę koszty. Nie ma sensu budować systemu kosztującego górę pieniędzy i mnóstwo pracy, a nie dającego w sumie gwarancji bezpieczeństwa.

Dlatego z przyjemnością zapoznam się też z prostszymi rozwiązaniami symulatorów obecności. Ruszcie głową i zaprojektujcie prosty symulator, sterujący pracą jednego lub dwóch urządzeń. Dobrze byłoby (choć nie jest to konieczne), żeby układ działał tylko od zapadnięcia zmroku do godziny, powiedzmy, 22 lub do północy.

A może macie jeszcze inne oryginalne pomysły na zwiększenie bezpieczeństwa pustych mieszkań?

Oprócz układu symulatora są jeszcze inne sposoby, którymi warto się zainteresować. Wiktoryn Żeberecki sygnalizuje dodatkowo: *Kolonie domków letniskowych są zwykle oddalone od miasta. Wiadomo, że ich wyposażenie stanowi łatwy łup dla potencjalnego złodzieja. Sygnalizacja świetlna czy dźwiękowa nie wchodzi w grę, bo i tak nikt jej nie zauważy. W grę mogą wchodzić: urządzenia powiadamiające właściciela o włamaniu (analogiczne do autopowiadomienia) oraz urządzenia rejestrujące i zapamiętujące cechy włamywacza umożliwiające jego identyfikację i schwytanie. (...)*

Zakres tematów jest więc szeroki. Jak zwykle czekam zarówno na opracowania ca-

Autor lub autorzy najlepszych rozwiązań zostaną uhonorowani wybranymi przez siebie zestawami AVT o łącznej wartości 100 zł. Autorzy opublikowanych propozycji zadań będą mogli wybrać zestaw(y) AVT o wartości 30 zł. Nie trzeba od razu określać, jakie zestawy czy podzespoły chce się otrzymać w nagrodę - laureaci otrzymują pocztą stosowną ankietę z firmy AVT.
Rozwiązanie zadania powinno zawierać schemat elektryczny i dokładny opis działania; model i schematy montażowe nie są wymagane. Na rozwiązania czekamy do końca miesiąca podanego na okładce EdW (zadanie 9 - do 30 listopada1996).
Ponieważ w naszym konkursie biorą udział uczestnicy zarówno bardzo młodzi, jak i zdecydowanie starsi, bardzo prosimy, podawajcie w listach swój wiek.

łościowe przedstawiające szczegóły, ale szansę mają także ciekawe pomysły, obejmujące tylko ideę, bez szczegółów realizacyjnych. Jeśli więc masz dobry pomysł techniczny, przedstaw go - może stanie się natchnieniem dla innych.

Rozwiązanie zadania 6

Tematem zadania 6 było opracowanie jakiegokolwiek urządzenia elektronicznego, wykorzystującego płytkę wielofunkcyjną PW-02. Choć w okresie wakacyjnym rozwiązań napłynęło trochę mniej, niż zwykle, jestem z nich bardzo zadowolony. Przede wszystkim przedstawiliście kilka cennych pomysłów. Niektóre rozwiązania (po ewentualnych drobnych modyfikacjach okażą się naprawdę przydatne w praktyce.

Omawianie prac zacznę od czujników poziomu cieczy. Nie możemy rozstać się z tym tematem - wraca on jak bumerang.

Na przykład **Michał Jakóbczyk** z Będzina proponuje wykorzystanie czujnika w postaci potencjometru obrotowego z pływakiem, wzorowanego na układzie z "Klocków elektronicznych" z EdW 8/96. Cenną zaletą takiego czujnika jest możliwość pomiaru poziomu cieczy nieprzewodzących. Michał wykorzystał linijkę diod LED do zobrazowania poziomu cieczy, ale dodatkowo zaproponował użycie wzmacniacza operacyjnego, jako komparatora sygnalizującego przekroczenie ustalonego poziomu cieczy i sterującego zaworem lub pompą.

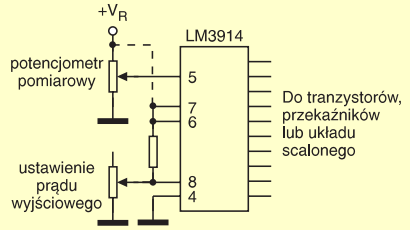
Jednak dużo wyżej oceniam drugą ideę autorstwa Michała Jakóbczyka, przedstawioną na **rysunku 1**. A oto fragment listu: *W niektórych urządzeniach elektronicznych (np. multimetrach) problemem jest niszczenie się styków przełączników obrotowych, używanych do przełączania funkcji. Ścieżki, które służą jako styki, po prostu się wycierają. Naprawa takiej ścieżki sporo kosztuje.*

Czy rozwiązaniem nie mógłby być układ LM3914 połączony z potencjometrem obrotowym. Układ scalony, wysterowuje jedno z wyjść, zależnie od położenia suwaka potencjometru. (...)

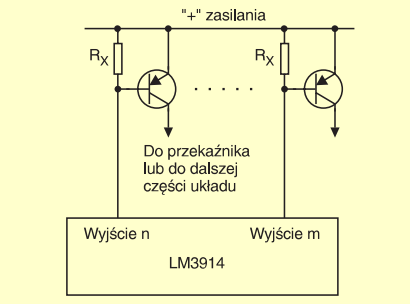
Michał proponuje, aby wyjścia kostki LM3914 sterowały np. przekaźnikami przełączającymi zakresy, czy też funkcje urządzenia. Za ten ciekawy pomysł Autor otrzymuje upominek. Jednak przy praktycznym wykorzystaniu idei należy zwrócić uwagę na konieczność zasilania potencjometru dobrze stabilizowanym napięciem z wyjścia REFOut (nóżka 7). Ponadto przy dołączeniu przekaźników bezpośrednio do wyjść układu, występująca w nich histereza spowoduje, że w pewnych położeniach suwaka potencjometru, zadziałają dwa sąsiednie przekaźniki. To samo zjawisko może wystąpić przy sterowaniu tranzystorów czy układów scalonych.

Dla zmniejszenia zakresu położeń suwaka, w którym może się to zdarzyć, należy pracować przy możliwie dużych wartościach napięcia na nóżce 7, rzędu kilku woltów.

Aby jednak całkowicie wyeliminować takie zjawisko, należy zastosować układ tranzystorów wykonawczych według **rysunku 2** i dobrać wartości rezystorów Rx tak, aby przy przepływie przez rezystor prądu równego połowie ustawionego prądu LED, spadek napięcia na rezystorze był mniejszy niż 0,55V - wtedy w strefie przejściowej, gdy prąd wyjścio-



Rys. 1. Propozycja Michała Jakóbczyka.



Rys. 2. Proponowane układy wyjściowe.

wy podzieli się między dwa wyjścia, żaden z tranzystorów nie będzie wysterowany. Dany tranzystor powinien się otwierać dopiero wtedy, gdy prąd wzrośnie do wartości około 75% ustawionego prądu LED (jak wiadomo ustawiony prąd wyjściowy LED jest około dziesięć razy większy, niż prąd wypływający z końcówki 7 - zobacz EdW 2/96 str. 9-14).

A może byłoby celowe zmniejszenie napięcia zasilającego potencjometr i napięcia na nóżce 6 układu do wartości rzędu kilkuset miliwoltów (a może nawet mniej) - wtedy strefy przejściowe będą szersze i poszczególne zakresy będą oddzielone wyraźnymi przerwami, w których nie będzie wysterowany żaden tranzystor.

Oczywiście układ scalony powinien pracować w trybie punktu świetlnego (nóżka 9 niepodłączona).

Również **Łukasz Wójcicki** z Radomia przysłał schemat układu do pomiaru poziomu cieczy przewodzących, ale jego propozycja zawiera istotne błędy związane z niewłaściwym wykorzystaniem końcówek drabinki odniesienia (nóżki 4 i 6) i błędną budową obwodu wejścia (nóżka 5).

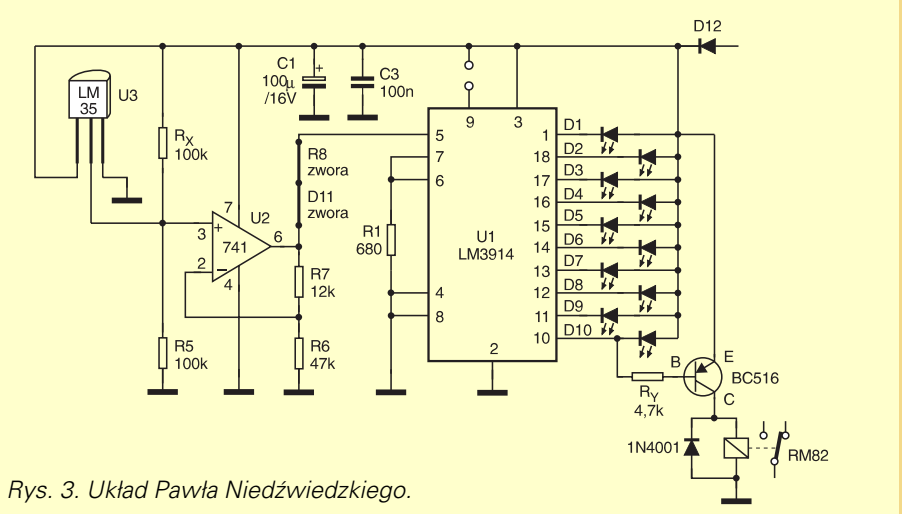
Nie tylko Łukasz zapomniał o takich szczegółach - podobne wpadki mieli także inni uczestnicy. Należy pamiętać, że najwyższe napięcie na koncówce 4 lub 6 nie może być wyższe niż 12V i koniecznie musi być przynajmniej o 1,5V mniejsze niż napięcie zasilania układu. Układy rodziny LM391X są naprawdę bardzo uniwersalne, ale przy ich wykorzystaniu należy pamiętać o szczegółach budowy wewnętrznej - niezbędne informacje zawarte są w EdW 2/96 na stronie 11.

Otrzymałem dwa rozwiązania dotyczące pomiaru temperatury.

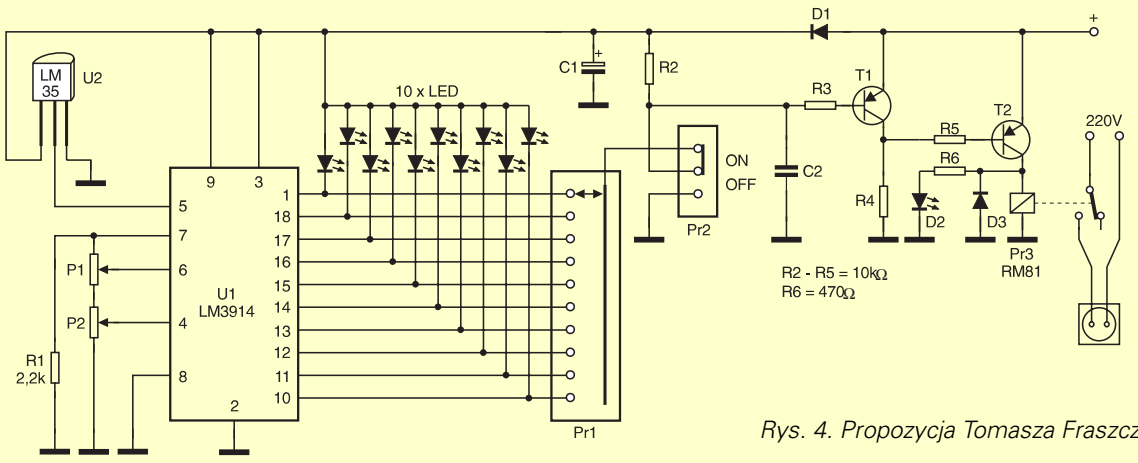
Paweł Niedźwiedzki ze Szprotawy proponuje budowę monitora temperatury wody w chłodnicy. Schemat ideowy układu pokazany jest na **rysunku 3**. Sygnał wyjściowy znanego z EdW 5/96 czujnika temperatury LM35 jest wzmacniany przez popularny wzmacniacz operacyjny U2 typu 741 i zobrazowany przez kostkę LM3914 i diody LED D1...D10. Paweł słusznie proponuje zastosowanie dodatkowego tranzystora PNP sterującego przekaźnikiem wentylatora.

Wentylator jest uruchomiany, gdy temperatura dojdzie do jakiejś górnej granicy i gdy zapali się dioda D10. W praktyce najprawdopodobniej temperatura będzie jeszcze przez jakiś czas wzrastać i niestety tych zmian nie można zobrazować na wyświetlaczu. Nie można też dołączyć tranzystora Tx do innej diody, bowiem układ pracuje w trybie punktu świetlnego (nóżka 9 niepodłączona) i dalszy wzrost temperatury spowodowałby wyłączenie wentylatora. Układ zaproponowany przez Pawła mierzy temperaturę od zera stopni Celsjusza do maksymalnej wartości mniej więcej +100°C. W praktyce samochodowy monitor temperatury powinien mieć zakres od, powiedzmy +40 lub nawet +60°C, do około +120°C. Nie interesują nas niższe temperatury, ponieważ w czasie normalnej pracy silnika temperatura wody w chłodnicy wynosi przynajmniej kilkadziesiąt stopni, a trzeba też pamiętać, iż temperatura może przekroczyć +100°C (!). Przecież w układzie chłodzącym wytwarza się znaczne ciśnienie i nawet zwykła woda przy takim ciśnieniu wrze w temperaturze ponad +100°C.

Dla uzyskania takiego zakresu mierzonych temperatur, należałoby podać na końcówkę 4 kostki U1 napięcie rzędu 400...600mV, od-



Rys. 3. Układ Pawła Niedźwiedzkiego.



Rys. 4. Propozycja Tomasza Fraszczaka.

powiadające temperaturze +40...+60°C oraz nie wzmacniać sygnału z czujnika. Czyli sygnał z wyjścia czujnika LM35 powinien być podany bezpośrednio na nóżkę 5 układu U1.

Tu Paweł notuje na swym koncie wpadkę. Jego wzmacniacz z kostką 741 nie będzie pracował. Dlaczego? Nie chodzi mi o zupełnie zbędny rezystor Rx (R5 także nie jest konieczny). Po prostu staruszek 741 nie może poprawnie pracować przy napięciach na wejściach bliskich napięciu ujemnego napięcia zasilającego, czyli w naszym przypadku - masy. Chodzi tu o katalogowy parametr zwany zakresem napięć wspólnych. Zakres ten zależy od budowy stopni wejściowych wzmacniacza. W kostce 741 na wejściu zastosowano tranzystory NPN, które na pewno nie będą pracować przy napięciach wejściowych poniżej 1V.

Wpadkę Pawła można jednak usprawiedliwić - ma dopiero 15 lat i wszystkiego nie musi umieć. W sumie jego układ może znaleźć praktyczne zastosowanie i niewątpliwie zasługuje na pochwałę.

Problem niskiego napięcia wejściowego można prosto rozwiązać, stosując sztuczną masę - wymaga to zastosowania na płytce rezystora oznaczonego R2 o odpowiedniej wartości. Napięcie na tej sztucznej masie (nóżki 4 i 8 kostki U1) powinno wynosić 3...6V. Oczywiście ujemna końcówka czujnika temperatury i ewentualne rezystory R5, R6 (jeśli zostaną użyte) muszą być dołączone do tej sztucznej masy.

Należy jednak zawsze pamiętać o zakresie napięć wspólnych wzmacniacza operacyjnego. Ja sam stanąłem przed tym problemem przy wykonywaniu termometru opisanego w tym numerze EdW w dziale "Płytki uniwersalne". Koniecznie chciałem, żeby obudowa czujnika (tranzystora PNP w metalowej obudowie) miała potencjał masy (inaczej mówiąc - minusa zasilania). Musiałem zastosować wzmacniacz operacyjny wykonany w technologii CMOS, który może pracować przy takich napięciach wejściowych. Co prawda popularny układ LM358 także byłby dobry, ale nie można go zastosować na płytce PW-02, bo kostka LM358 zawiera dwa wzmacniacze i ma inny rozkład końcówek zasilania.

Nieco inaczej do podobnego problemu podszedł **Tomasz Fraszczak** z Wrocławia. Na **rysunku 4** pokazano schemat termostatu do akwarium jego autorstwa. Tomasz przewidział możliwość zadawania żądanej temperatury. Służy do tego dziesięciopozycyjny przełącznik Pr1 dołączający układ wykonawczy do katody jednej z diod LED. Gdy wraz ze wzrostem temperatury zapala się ta właśnie dioda, zostaje wysterowany tranzystor T1. Powoduje to wyłączenie tranzystora T2, który wcześniej przewodził, będąc polaryzowany przez rezystory R4 i R5. Przekaźnik puszcza i grzanie zostaje odłączone. Tym razem nie występuje problem wyłączania przekaźnika przy dalszym wzroście temperatury, ponieważ układ pracuje w trybie linijki świetlnej (nóżka 9 zwarta z plusem zasilania), więc dana dioda przy dalszym wzroście temperatury pozostaje zapalona.

Autor pisze: *Potencjometry P1 i P2 służą do ustawienia zakresu temperatury, w jakim będzie pracował układ. P1 - górna granica, P2 - dolna. R1 ustala prąd diod LED. Na wyjściu REFO (n. 7) otrzymujemy napięcie równe 1,2V. Tak więc w górnym położeniu suwaka P1 i dolnym - P2 zakres temperatur wyniesie 0...+120°C. Przy takim ustawieniu termometr będzie bardzo niedokładny (zapalenie kolejnej diody to zmiana temperatury o 12°C). Najlepiej ustawić zakres taki, aby różnica napięć między suwakami wynosiła 100mV - wtedy 1 LED = 1°C. Do akwarium najlepszy zakres to +18°C...+28°C, a więc na na nóżce 4 ustawiamy 180mV, a na nóżce 6 - 280mV. (...)*

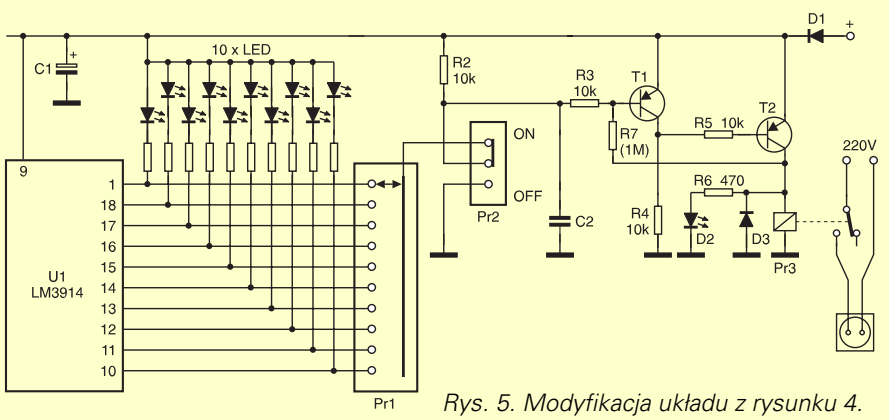
Przełącznik Pr2 służy do wyłączenia termostatu (pozycja OFF). W tej pozycji układ zachowuje się jak zwykły termometr, tyle że elektroniczny. C2, R2 zabezpieczają przed zakłóceniami pochodzącymi od przełącznika. Można również zrezygnować z przełącznika Pr1, łącząc na stałe wejście układu wykonawczego z odpowiednią nogą kostki U1.

Spośród wszystkich nadesłanych propozycji, tę oceniłem najwyżej. Ale jak zwykle nie obędzie się bez uwag krytycznych.

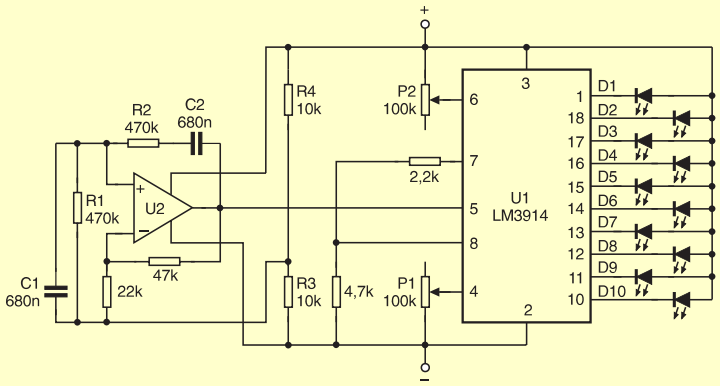
W trybie linijki, przy zaświeceniu wszystkich diod, najprawdopodobnie zostanie przekroczona dopuszczalna moc strat układu U1 (1,36W w temperaturze otoczenia +20°C).

Trochę wątpliwości budzi mały zakres napięć wejściowych pełnej skali, to znaczy różnica napięć między końcówkami 4 i 6 kostki U1, równa 100mV. Przy tak małym zakresie wskazanie będzie zmieniać się w sposób płynny, to znaczy w "strefie pośredniej" będą się świecić dwie sąsiednie diody. Przy jeszcze mniejszym zakresie, jednocześnie mogłoby się świecić 3 lub więcej diod - związane jest to ze skończoną wartością wzmocnienia wewnętrznych komparatorów. Osobiście uważam, że te 100mV wystarczy do poprawnej pracy układu LM3914, ale należałoby to sprawdzić na kilku egzemplarzach kostki. Oczywiście w termostacie należy zastosować liniową kostkę LM3914, a nie jak proponuje Autor - logarytmiczną LM3915.

Ponadto Tomasz zapomniał o wprowadzeniu niewielkiej histerezy. Każdy, kto próbował zbudować regulator temperatury wie, ile kłopotów wywołuje brak histerezy. Przecież w praktyce temperatura zmienia się bardzo wolno i w strefie przejściowej, blisko progu zadziałania układu, nieodłączne zakłócenia powodują, że zamiast oczekiwanego pewnego i szybkiego przełączenia między stanami załącz/wyłącz, przekaźnik kilkakrotne stuka lub nawet terkocze. Zastosowane układy scalone i tranzystory mają wielkie wzmocnienie i niekiedy przy przełączniu przekaźnik nawet kilka



Rys. 5. Modyfikacja układu z rysunku 4.



Rys. 6. Układ pomysłu Zbigniewa Wojciechowskiego.

sekund brzęczy, zanim przeskoczy do przeciwnego stanu - przyczyną jest wzmacnianie przydźwięku sieciowego indukującego się na przewodach. Dlatego w praktycznych układach, w stopniach wejściowych stosuje się filtrowanie sygnału (po prostu kondensatory filtrujące), natomiast w stopniu wykonawczym powinna być wprowadzona histereza, tym większa, im większe są spodziewane sygnały zakłócające. Dlatego proponowałbym nieco zmodyfikować układ: tak jak widać na **rysunku 5**.

Dodatkowe rezystory umieszczone szeregowo z diodami LED należy dobrać w zależności od wartości napięcia zasilającego (0,8...1,2kW przy 12V). Zamiast rezystorów, można też zastosować jedną diodę Zenera na napięcie 6,8...9,1V o mocy strat rzędu 1W, umieszczoną między plusem zasilania a anodami LEDów. Dodatkowy rezystor R7 dodatniego sprzężenia zwrotnego należy dobrać, aby wprowadzona histereza była większa niż spodziewane zakłócenia (szacunkowa wartość 1MW; nie mniej niż 470kW).

Bardzo jestem ciekawy, czy ktoś wykorzysta taki oryginalny układ w praktyce. Proszę o informacje.

Pomimo wspomnianych usterek, Tomasz jest laureatem głównej nagrody.

Spośród innych propozycji na uwagę zasługuje projekt **Zbigniewa Wojciechowskiego** z Lubaczowa. Schemat układu pokazany jest na **rysunku 6**. Autor pisze: *Jest to układ, który może udawać wahadło zegara, może służyć jako efektowny symulator alarmu, a po zamontowaniu "tego" do urządzenia zdalnie sterowanego może sprawić, że ktoś nie znający się na elektronice uzna, iż urządzenie samo myśli.*

Innymi słowy jest to wędrujący tam i z powrotem punkt świetlny.

Układ U2 (dowolny wzmacniacz operacyjny) pracuje jako generator sinusoidalny, którego częstotliwość można ustawić dowolnie zmieniając R1, R2 lub C1, C2. Przy wartości elementów jak na rysunku, częstotliwość wynosi około 0,5Hz. Układ można zamontować w samochodzie bez stabilizatora i nie powinien reagować na zmiany napięcia zasilającego. Amplituda sinusoidy zmienia się wraz ze zmianami napięcia zasilającego, i żeby zapobiec wskazaniom, w którym punkt świetlny nie będzie dochodził do końca linijki lub wywędruje poza nią, zastosowałem potencjometry połączone z masą i plusem zasilania. Spowoduje to, że wraz ze zmianą napięcia zasilającego będzie następowała zmiana podziału wewnętrznego dzielnika, powodując odpowiednie przesunięcie punktu włączania i wyłączania poszczególnych diod.

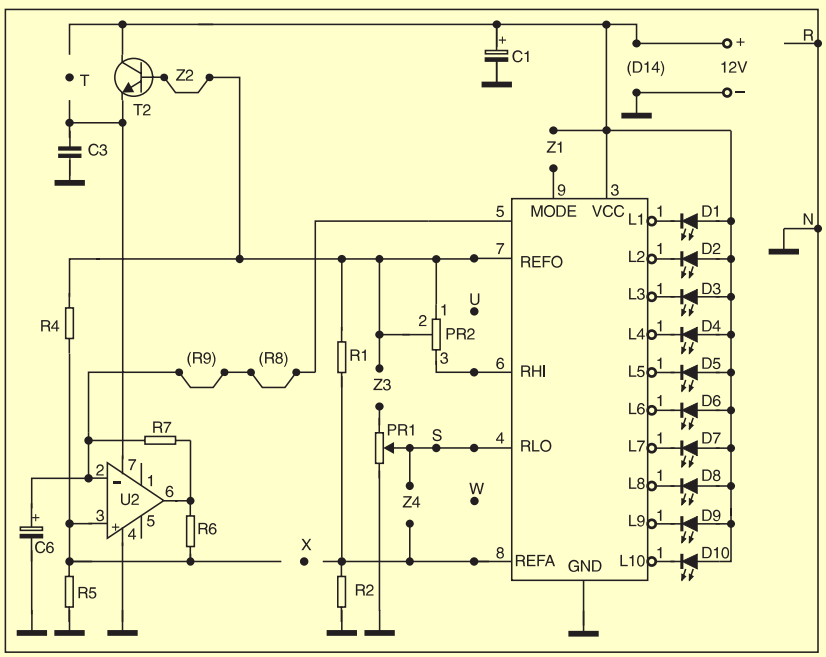
Układ rzeczywiście jest interesujący i może znaleźć szereg praktycznych zastosowań. Trzeba jednak stwierdzić, że generator z układem U2 nie wytworzy na wyjściu "czystego sinusa". Każdy, kto próbował kiedykolwiek zbudować podobny układ z mostkiem Wiena, z całą pewnością natknął się na problem stabilizacji amplitudy drgań. Wszystko zależy od wartości elementów ujemnego sprzężenia zwrotnego (47kW i 22kW) Przy zbyt małej wartości rezystora umieszczonego między wyjściem, a ujemnym wejściem wzmacniacza, drgania w ogóle nie powstaną. Natomiast przy zbyt dużej wartości tego rezystora, wierzchołki sinusoidy zostaną obcięte i przebieg będzie przypominał trapez lub nawet prostokąt. Życie pokazuje, że nie ma żadnej szansy na uzyskanie czystego przebiegu sinusoidalnego, gdy rezystory te dobrane będą na stałe. Dlatego w podobnych układach zawsze stosuje się tu obwody automatycznej regulacji amplitudy: z żarówką, termistorem albo tranzystorem polowym (porównaj EdW 8/96 str. 47).

Na szczęście w układzie Zbigniewa nie musi to być czysty sinus - można dopuścić niewielkie obcinanie wierzchołków. W każdym razie wspomniane rezystory trzeba będzie indywidualnie dobrać, aby uzyskać potrzebny przebieg i żeby drgania nie zanikły przy zmianach napięcia zasilającego i temperatury.

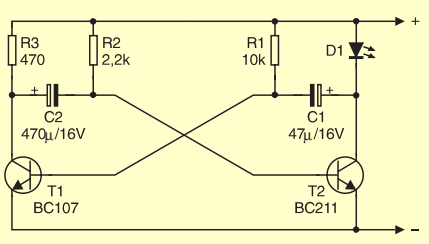
W sumie można stwierdzić, że schemat jest interesujący, ale trudno go zrealizować na płytce PW-02; Autor nie zaproponował jak poszczególne elementy mają być na niej umieszczone. Jednak za oryginalny pomysł otrzymuje drobny upominek.

Biegający punkt świetlny można uzyskać w prostszy i bardziej niezawodny sposób, wykorzystując ideę pokazaną na **rysunku 7**.

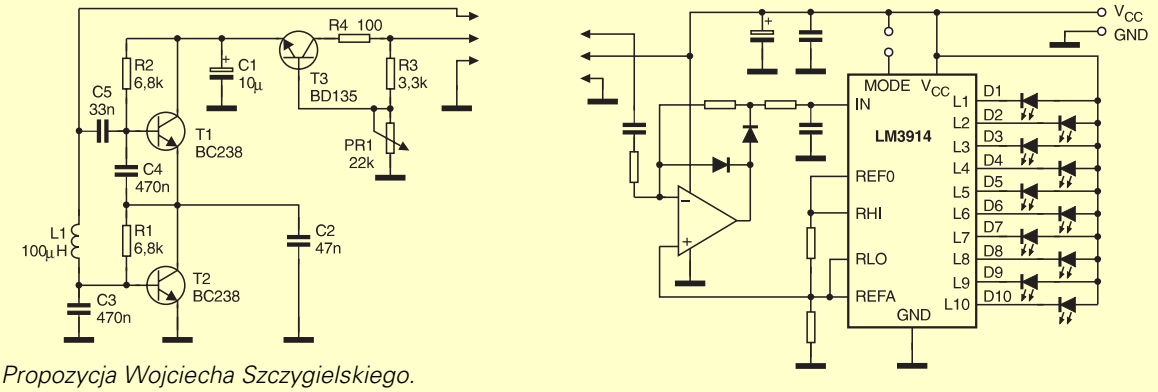
Przed rokiem, projektując płytkę PW-02, nie na darmo nazwaną wielofunkcyjną, przewidziałem i takie jej zastosowanie. Dla uniezależnienia się od zmian napięcia zasilającego, kostkę U2 należy zasilić napięciem stabilizowanym. W tym celu wystarczy, stosując R2 o odpowiedniej wartości, ustawić na nóżce 7 odpowiednio wysokie napięcie, rzędu 8...10V. Napięcie to podane na bazę tranzystora T2 utrzyma na jego emiterze dobrze stabilizowane napięcie zasilające dla kostki U2. Zamiast generatora sinusa wykorzystuje się tu przebieg w przybliżeniu trójkątny, jaki występuje na nieodwracającym wejściu wzmacniacza (nóżka 2 kostki U1). Układ z rysunku 7 jest w sumie bardzo prosty do wykonania - należy tylko przeciąć w odpowiednich punktach kilka ścieżek i wykonać kilka zwór. Te szczegóły pozostawiam wam, moi drodzy.



Rys. 7. Sposób na uzyskanie wahającego się punktu świetlnego.



Rys. 8. Projekt Michała Cybulskiego.



Rys. 9. Propozycja Wojciecha Szczygielskiego.

Spośród pozostałych propozycji muszę wymienić jeszcze trzy.

Przynajmniej na wzmiankę zasługuje prosty, ale bardzo starannie wykonany projekt 13-letniego **Michała Cybulskiego** z Leoncina. Michał proponuje na płytce PW-02 zmontować generator impulsów świetlnych z jedną diodą LED i tranzystorami - schemat na **rysunku 8**. Ja osobiście zmontowałbym taki migacz bez płytki, jak to się mówi w naszej elektronicznej gwarze - na sznurkach. Ale Michała pozdrawiam i zachęcam do dalszego zgłębiania tajników elektroniki - jeśli nadal będziesz tak starannie wykonywał swoje prace, to masz duże szanse zostać w przyszłości solidnym i cenionym fachowcem.

Podobnie chciałbym odnotować staranny projekt 15-letniego **Pawła Leńczuka** z Malborka. Paweł proponuje nietypowe wykorzystanie płytki PW-02 do budowy... modułu miksera audio. Pisze, że do każdego z wejść można podłączyć kit AVT-196, czyli układ procesora audio. Rzeczywiście, można tak zrobić, jednak do współpracy z procesorami AVT-196 przewidziany jest moduł AVT-188.

Na koniec zostawiłem ciekawą propozycję nadesłaną przez znanego już ze Szkoły **Wojciecha Szczygielskiego**. Tym razem Wojciech proponuje budowę układu wskaźnika pola 50Hz, który miałby być pomocny przy wyszukiwaniu przebiegających w ścianach przewodów sieci energetycznej. Schemat, nadesłany jak zwykle na mikroskopijnej wielkości karteczkach (które naszych redakcyjnych rysowników doprowadzają do rozpaczy) pokazany jest na **rysunku 9**. Na płytce PW-02 zmontowany jest prostownik liniowy i wskaźnik z diodami, natomiast generator byłby umieszczony na oddzielnej płytce. Wojciech pisze: *Zasada działania wskaźnika jest następująca: generator pracuje w układzie kaskody z tranzystorami T1 i T2 z częstotliwością 50Hz. Gdy do cewki generatora zbliżymy dowolne źródło pola elektromagnetycznego 50Hz, nastąpi spadek napięcia na wyjściu generatora. Sygnał wyjściowy generatora podany jest na wejście odwracające wzmacniacza U2, który pracuje jako prostownik liniowy. W konsekwencji wzrost napięcia na wejściu U1 spowoduje zapalenie odpowiedniej ilości diod, proporcjonalnej do natężenia pola. (...)*

Niestety, ten układ nie będzie działał. Wojciech proponuje wykorzystać przy częstotliwości 50Hz zasadę pracy dip-metra. Nie słyszałem, by się to komulolwiek udało przy częstotliwościach poniżej kilkudziesięciu kiloherców. Przede wszystkim, układ generatora pokazany na schemacie nie jest przeznaczony do pracy przy częstotliwościach rzędu dziesiątek herców, poza tym potrzebna indukcyjność miałaby wartość rzędu 1 henra, a to już wymagałoby zastosowania cewki z rdzeniem z blach magnetycznych.

Przykład ten podaję, aby wskazać, że nawet dobrych sposobów wykorzystywanych w różnych zakresach częstotliwości nie udaje się tak po prostu zrealizować w zupełnie innych zakresach częstotliwości. Po prostu w poszczególnych zakresach częstotliwości stosuje się odmienne układy i sposoby. W sumie wynika to z praw fizyki i specyfiki użytych podzespołów. Niestety nie da się tego wyjaśnić w kilku słowach - żeby być dobrym elektronikiem trzeba poznać te charakterystyczne układy i metody, najlepiej zapoznając się ze stosowną literaturą.

Jednak zagadnienie poruszone przez Wojciecha jest naprawdę bardzo ciekawe. Właściwie są to dwa zagadnienia: jedno to pomiar natężenia pola magnetycznego, drugi - poszukiwanie przewodów ukrytych w ścianach.

Pomiarem natężenia pola magnetycznego zajmiemy się niebawem w ramach Klubu Konstruktorów. Natomiast odnośnie poszukiwania ukrytych przewodów chciałbym zachęcić wszystkich, którzy mają jakieś praktyczne doświadczenia w tym zakresie do zaprezentowania ich w ramach Forum Czytelników.

Pokrewne zastosowanie proponuje **Grzegorz Cipora** z Dydyni. Na **rysunku 10** przedstawiony jest wskaźnik natężenia pola w.cz. Autor przyznaje, że pomysł mostka wyjściowego zaczerpnął z literatury. W liście pisze: *Potencjometr P1 służy do równoważenia mostka, czyli ustawiania zera. Natomiast potencjometr P2 reguluje wzmocnienie, czyli w sumie czułość urządzenia.*

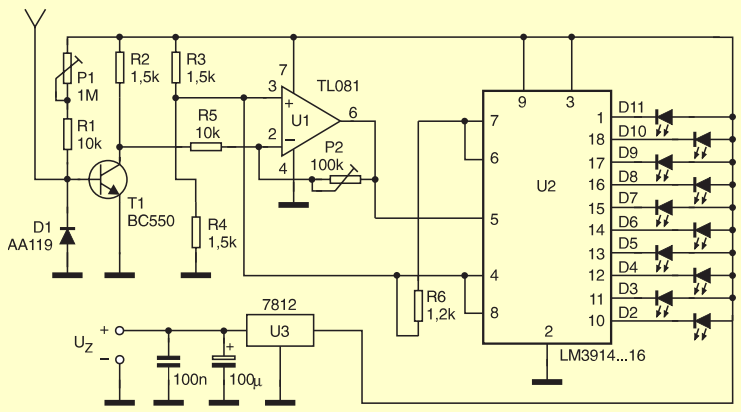
Układ działa następująco: fale w.cz. wzbudzają w antenie prądy w.cz. Te zwiększają prąd tranzystora. Im silniejsze pole, tym większy prąd bazy i kolektora tranzystora, wskutek czego układ przestaje być w równowadze. Napięcie niezrównoważenia mostka zostaje wzmocnione przez US1 i powoduje zaświecenie odpowiedniej ilości diod.

Układ można w bardzo prosty sposób przystosować do pomiaru temperatury czy natężenia światła.

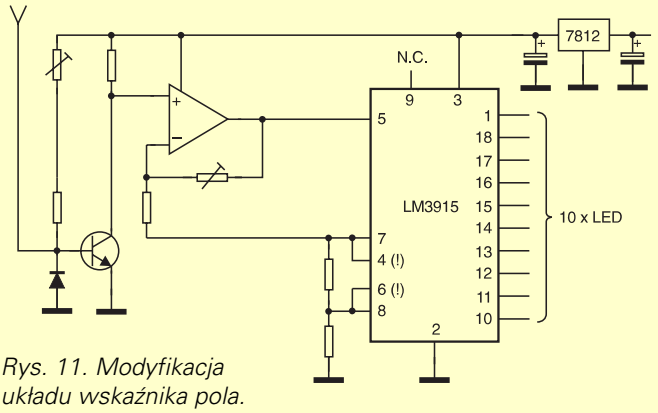
Rzeczywiście, idea jest w zasadzie słuszna. Przyznam szczerze, iż nie jestem ekspertem w dziedzinie w.cz, jednak wątpię w praktyczną przydatność takiego wskaźnika.

Ale nie w tym rzecz. Wiadomo, że najlepszym sposobem sprawdzenia przydatności jest przeprowadzenie eksperymentów. Ale póki co, jesteśmy w Szkole Konstruktorów i wypada ocenić układ Grzegorza ze strony układowej. Okazuje się, iż Autor popełnił istotny błąd. Przede wszystkim z układu należy wyrzucić rezystor R3 - żeby uzyskać potrzebne napięcie odniesienia, wystarczy dobrać wartość R4. Trzeba także dodać kondensator odsprzęgający zasilanie.

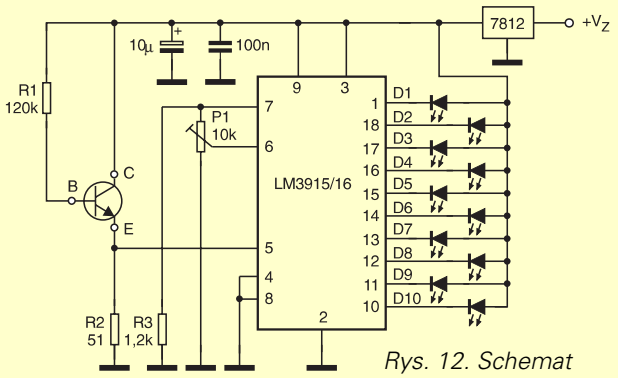
Ale najistotniejsza jest sprawa poziomu sygnału na wyjściu kostki US1. Przy zaproponowanym układzie połączeń przy wzroście sygnału w.cz. napięcie na kolektorze tranzystora będzie się obniżać, a więc napięcie na wyjściu wzmacniacza operacyjnego (pracującego jako wzmacniacz odwracający) będzie wzrastać powyżej górnego napięcia odniesienia. W efekcie stale będzie zaświecona ostatnia, dziesiąta dioda LED. Aby uzyskać właściwe wskazania należy albo zamienić miejscami rezystor R2 i tranzystor T1 (oczywiście trzeba zmienić tranzystor na PNP), albo zasto-



Rys. 10. Propozycja Grzegorza Cipory.



Rys. 11. Modyfikacja układu wskaźnika pola.



Rys. 12. Schemat betametru.

sować wzmacniacz w konfiguracji nieodwracającej. Wtedy przy wzroście sygnału w.cz. napięcie na wejściu 5 kostki US2 będzie maleć, czyli diody będą się zapalać (czy gasnąć) w odwrotnej kolejności. Takie rozwiązanie jest do przyjęcia, gdy zastosuje się liniową kostkę LM3914 pracującą w trybie punktowym. Ale przecież przy pomiarze pola w.cz. z pewnością powinna być zastosowana logatytmiczna kostka LM3915. Wtedy bezsensowne byłoby sterowanie diod w odwrotnej kolejności, bo skala nie będzie już logarytmiczna. Jest i na to rada: wystarcy zamienić miejscami końcówki drabinki rezystorowej (wewnętrznego dzielnika), czyli nóżki 4 i 6. Zmodyfikowany układ pokazany jest na **rysunku 11**.

Chciałbym jeszcze przedstawić drugi układ zaproponowany przez Grzegorza. Na **rysunku 12** można zobaczyć schemat betametru, czyli miernika wzmocnienia stałoprądowego tranzystorów. Autor słusznie zaproponował użycie kostki LM3915, bo ma ona większy zakres wskazań. Choć prąd bazy mierzonego tranzystora nie ma stałej wartości, zależy bowiem od spadku napięcia na rezystorze R2 (czyli w sumie od wzmocnienia tranzystora), to jednak przy niewielkiej wartości rezystora R2 (51W) jest to jak najbardziej dopuszczalne - układ jest zaprojektowany poprawnie. Proponuję jednak dodać rezystor ograniczjacy o wartości 220W 1W umieszczony w obwodzie kolektora (potrzebny w przypadku przebicia tranzystora), zwiększyć wartość R1 do około 560kW (prąd bazy około 20µA), i ustawić na nóżce 6 napięcie rzędu 0,5V. Wtedy pierwsza dioda będzie się zapalać przy wzmocnieniu tranzystora rzędu 15, a ostatnia - przy wzmocnieniu rzędu 500. Zachęcam do budowy takiego układu.

Oczywiście Grzegorz za swoje interesujące propozycje otrzymuje upominek.

Na koniec chciałbym pogratulować wszystkim, którzy znaleźli w czasie urlopów i wakacji czas na odrobienie zadania ze Szkoły Konstruktorów.

Zachęcam też do rozwiązywania następnych. Już teraz cieszę się na Wasze oryginalne propozycje, jestem przekonany, że dla wielu z Was udział w Szkole Konstruktorów będzie wstępem do prawdziwie profesjonalnej działalności na polu elektroniki.

Tym razem całą pulę nagród otrzymuje **Tomasz Fraszczak** z Wrocławia, a drobne upominki: **Grzegorz Cipora** z Dydyni, **Michał Jakóbczyk** z Będzina i **Zbigniew Wojciechowski** z Lubaczowa.

Wasz instruktor
Piotr Górecki

PS1. Z ostatniej chwili: dwa tygodnie po terminie nadsyłania prac otrzymałem list z rozwiązaniami zadania, nadesłany przez Roberta Rutkowskiego z Secemina. Zaproponował on dwa dość interesujące zastosowania płytki; niestety jego propozycje nie zostały uwzględnione przy omawianiu rozwiązań.

PS2. Od chwili ukazania się EdW 10/96 otrzymuję listy udowadniające, że przedstawiony w tym numerze projekt Krystiana Kostrzewskiego jest w rzeczywistości dostępnym w handlu dyskretnym urządzeniem podsłuchowym. Krystian przepisał tekst z fabrycznej instrukcji, do czego się nie przyznał. Oczywiście, nie otrzyma obiecanego upominku. Nie można tolerować takich poczynań.

Oczywiście, można korzystać z literatury, ale trzeba to wyraźnie napisać. W dodatku Krystian wybrał kiepskie urządzenie, z nadesłanych listów wynika bowiem, że prawie nikomu nie udało się sensownie wykorzystać przedstawionego radiomikrofonu.

PS3. Przypominam, że jeśli oprócz rozwiązania zadania ze Szkoły jednocześnie przysyłacie list, propozycję zadania lub spostrzeżenia do Erraty, to powinny one być umieszczone na odzielnych kartkach (na każdej kartce powinien być pełny adres). Mamy kłopot, jeśli wszystko jest na jednym arkuszu.

Jeśli macie telefon, podawajcie numer - do kilku z Was zadzwoniłbym z pewnymi pytaniami odnośnie rozwiązań. Podawajcie też swój wiek.

PG

ERRARE HUMANUM EST

W numerze wrześniowym EdW wytropiliście następujące błędy:

- W artykule "Alarm z podwójną wiązką podczerwieni" na str. 31 na rysunku 3 błędnie opisano pojemności kondensatorów C2 i C11. Ich pojemność wynosi 2,2µF, tak jak podano w spisie elementów. Podobnie rezystor R13 ma wartość 4,7kW. Natomiast w spisie elementów odbiornika zabrakło wartości R11, wynoszącej 1MW.
- Na stronie 48 w artykule "Moduł wykonawczy dużej mocy..." tekst w drugiej szpalcie u dołu strony powinien brzmieć" "stany wysokie przekazywane z wyjścia sterownika AVT-2047 na złącze Z18 wysterowują..." (Błędnie podano numer złącza.)
- Rysunek 4 - przykładowa sekwencja błysków - na stronie 49 ("Inteligentny symulator alarmu) powinien mieć numer 2.
- W tym samym artykule, w pierwszej kolumnie na str. 50 fragment: "jeden dłuższy zielony" powinien brzmieć "dwa dłuższe zielone".
- Stona 52, "Timerek do jajek", w trzeciej szpalcie u góry zamiast "bramki U5C" powinno być "bramki U5B".

Nagrodę-niespodziankę wylosował Piotr Krzepa.

Klub Konstruktorów to inicjatywa przeznaczona dla bardziej zaawansowanych Czytelników, mających pewne doświadczenie w konstruowaniu i wykonywaniu urządzeń elektronicznych.

Formuła Klubu jest następująca: po zaprezentowaniu danego elementu na łamach EdW, do końca miesiąca czekamy na listy, w których przedstawicie propozycje, jak chcielibyście wykorzystać dany podzespół. Osoba lub osoby, które nadeślą najbardziej przekonujące listy, otrzymają dany element bezpłatnie (i bez żadnych zobowiązań względem redakcji). Nie stawiamy szczegółowych wymagań - Twoim zadaniem, Czytelniku, jest przekonać nas, że dany element należy udostępnić do eksperymentów właśnie Tobie! List powinien zawierać schemat ideowy proponowanego rozwiązania układowego, planowany sposób praktycznego zastosowania, ale można też napisać coś o sobie i swoich dotychczasowych osiągnięciach. W przeciwieństwie do Szkoły Konstruktorów listy te nie będą publikowane, ani oceniane. Osoba, która otrzyma dany podzespół może, ale wcale nie jest zobowiązana, napisać potem do redakcji EdW i albo zaprezentować samodzielnie opracowane, kompletne urządzenie, albo podzielić się swymi uwagami na temat napotkanych trudności, albo nawet opisać okoliczności uszkodzenia elementu (wiemy, że często zdarza się to podczas eksperymentów). Najbardziej interesujące listy zawierające plon takich praktycznych doświadczeń zostaną opublikowane w EdW.

Redakcja będzie też prezentować własne rozwiązania.

Dziś w Klubie Konstruktorów prezentujemy bardzo interesujący podzespół elektroniczny - półprzewodnikowy czujnik ciśnienia.

Ultraniskoszumne przedwzmacniacze SSM-2016 obiecane w numerze dziewiątym EdW otrzymują:
1. Artur Orłowski z Legionowa
2. Tadeusz Wąsala z Warszawy
3. Rafał Szymański z Łodzi
4. Jan Piegza z Siemianowic Śl.
5. Henryk Stefański z Lipnicy.

Półprzewodnikowy czujnik ciśnienia KPY43A

Spośród wielu przetworników wielkości nieelektrycznych na elektryczne, przetworniki ciśnienia były do tej pory nieosiągalne dla amatorów. Barierą była przede wszystkim wysoka cena, a także brak przystępnych informacji na ten temat.

Tymczasem bardzo wielu hobbystów chciałoby wykonać barometr elektroniczny. Lotniarze i szybownicy są zainteresowani budową wysokościomierza. Zastosowanie elektronicznych czujników ciśnienia jest pożądane w wielu procesach technologicznych. Elektronicznym pomiarem ciśnienia są też zainteresowani uczniowie i studenci, wykonujący prace dyplomowe.

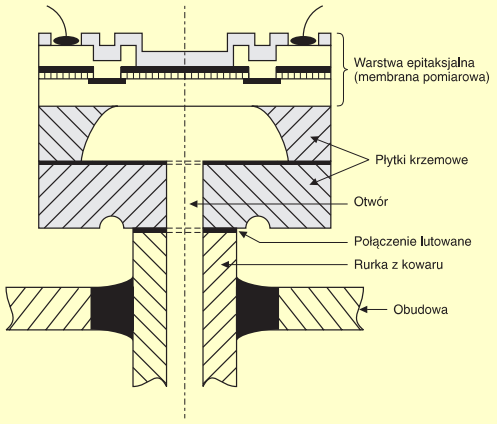
Przed kilku laty wydawało się, że momentem przełomowym będzie wypuszczenie przez firmę Philips stosunkowo taniego czujnika KPY10. Czujnik ten został zaprezentowany na łamach Elektroniki Praktycznej, gdzie opisano układ barometru-wysokościomierza. Niestety, cieszący się dużym powodzeniem kit AVT-185 musiał zostać wycofany z oferty ze względu na niemożność zakupu kolejnej partii czujników: firma Philips zaprzestała produkcji układu KPY10.

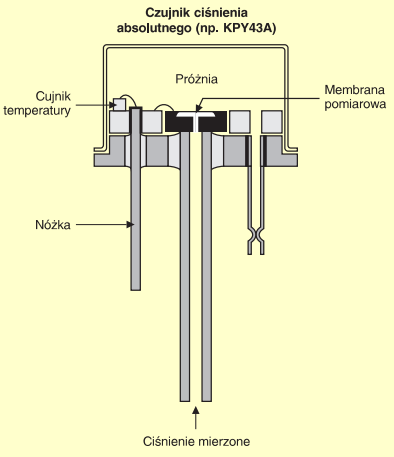
Obecnie na krajowym rynku dobrze reprezentowane są firmy Siemens i Motorola, które mają w swej bogatej ofercie również czujniki ciśnienia. Zaprezentujemy ofertę Siemensa - firmy, która przez krajowych przedstawicieli zapewnia dostęp do wszystkich swoich wyrobów.

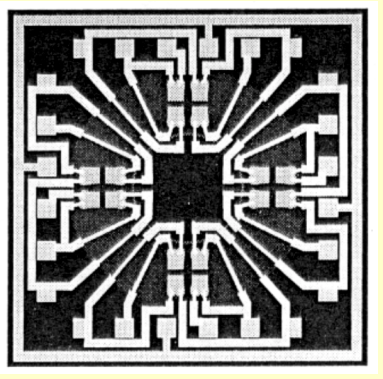
Siemens produkuje cały szereg czujników ciśnienia względnego i bezwzględnego na zakres 5kPa...40MPa. Czujniki te w zależności od przewidzianego zastosowania, mają różną konstrukcję wewnętrzną i różne obudowy.

Szczegóły technologiczne zainteresują tylko specjalistów, natomiast Czytelnikom Elektroniki dla Wszystkich z powodzeniem wystarczy garść podstawowych informacji o budowie wewnętrznej. Oto one.

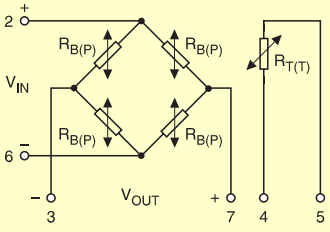
Wszystkie czujniki ciśnienia firmy Siemens posiadają cieniutką krzemową membranę trawioną w płytce krzemowej. Na tej membranie, metodą implantacji jonów, wytworzone są ścieżki rezystancyjne. Pod wpływem ciśnienia membrana ulega odkształceniu i oczywiście pojawiają się w niej naprężenia materiału. Okazuje się, że rezystancja wspomnianych ścieżek silnie zależy właśnie od naprężeń powstałych w krysztale. Występuje tu tak zwany efekt piezorezystancyjny, czyli zmiana rezystancji pod wpływem naprężeń materiału. Nie chodzi tu jednak o zmianę rezystancji przy zmianie wymiarów (rozciąganiu) - efekt, który występuje w tensometrach (czyli metalowych ścieżkach naklejanych na odkształcany element). Efekt piezorezystancyjny w odpowiednio domieszkowanych półprzewodnikach jest kilkadziesiąt razy większy niż w metalach.







Rys. 1. Budowa czujników KPY.



Rys. 2. Schemat wewnętrzny układów KPY.

W zależności od grubości, wymiarów i kształtu membrany uzyskuje się inny zakres mierzonych ciśnień.

Dla polepszenia parametrów stosuje się cztery odpowiednio rozmieszczone ścieżki rezystancyjne, czyli rezystory pomiarowe, które są połączone w mostek. Jeśli ciśnienie zwiększa się, jedna para przeciwległych rezystorów zwiększa swą rezystancję, natomiast druga para - zmniejsza.

Dzięki zastosowaniu nowoczesnej technologii osiągnięto stosunkowo wysoką czułość, co ważne - charakterystyka jest zbliżona do liniowej. Ponadto uzyskano wysoką niezawodność, małe wymiary i stosunkowo niewielki koszt produkcji.

Na **rysunku 1** można zobaczyć niektóre szczegóły konstrukcji.

Niestety, pomimo naprawdę zadziwiających rozwiązań konstrukcyjnych i technologicznych, czujniki ciśnienia nadal mają pewne istotne wady. Przede wszystkim ich parametry zależą od temperatury. Zależność od temperatury można jednak skompensować: albo sprytną metodą bezpośrednią polegającą na dodaniu kilku rezystorów i wykorzystaniu czujnika temperatury, albo też programowo w układach zawierających mikroprocesor.

Właśnie dla umożliwienia kompensacji termicznej, w czujnikach Siemensa wbudowano dodatkowy czujnik temperatury - R_T. Parametry czujnika temperatury odpowiadają czujnikom rodziny KTY10 o rezystancji nominalnej (+25°C) równej 2kW (zobacz EdW 5/96 str. 11).

Schemat wewnętrzny kompletnego czujnika ciśnienia z rodziny KPY pokazano na **rysunku 2**. Numery wyprowadzeń dotyczą czujników o oznaczeniach KPY41...47 i KPY51...57.

Stosunkowo łatwa do skompensowania zależność czułości przetwarzania od temperatury, nie jest jednak jedynym problemem. W precyzyjnych układach pomiarowych istotnym ograniczeniem jest występowanie histerezy.

Głównie chodzi tu o histerezę termiczną - po zmianach temperatury parametry mogą się niejako przesunąć, nawet do 0,5...0,7% (w odniesieniu do pełnej skali).

Natomiat histereza związana ze zmianami ciśnienia została, dzięki odpowiednim rozwiązaniom, zredukowana do praktycznie pomijalnej wartości poniżej 0,1% pełnej skali.

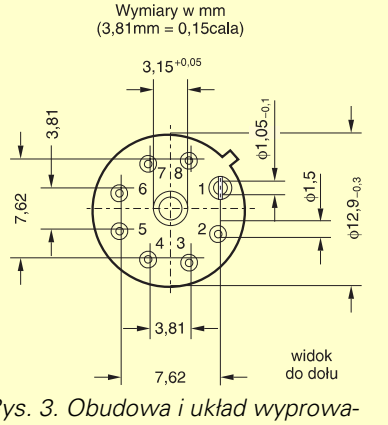
Na **rysunku 3** pokazano rysunek obudowy i numerację nóżek (widok od dołu), a na fotografii można zobaczyć czujnik z rodziny KPY4X. Jak widać, od spodu, w osi obudowy umieszczono rurkę - kapilarę pomiarową o średnicy nieco ponad 3mm. Ponadto zamiast nóżki numer 1 również zastosowano cienką rurkę. W czujniku pokazanym na fotografii rurka ta jest zaciśnięta i zgrzana.

Na rysunku 1 pokazano budowę wewnętrzną czujnika ciśnienia. Jak widać, w zasadzie mierzy on różnicę między ciśnieniami z dwóch stron membrany pomiarowej. Jest to więc czujnik ciśnienia względnego.

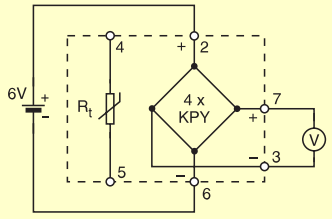
Jeśli jednak z wnętrza obudowy zostanie wypompowane powietrze, a rurka umieszczona w miejscu nóżki 1 będzie dokładnie zatkana, uzyska się czujnik ciśnienia absolutnego czyli bezwzględnego.

W czujniku ciśnienia absolutnego, rurka udająca nóżkę nr 1 jest więc zamknięta - w oznaczeniu typu występuje litera A (od ang. absolute), np. KPY43A. Czujnik ciśnienia względnego (różnicy ciśnień), ma tę rurkę otwartą, a w oznaczeniu występuje litera R (od ang. relative), np. KPY43R.

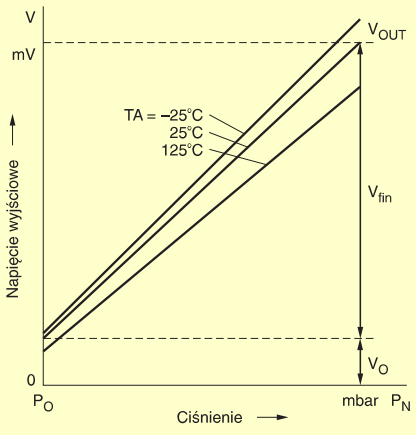
Druga cyfra w oznaczeniu KPY4X, lub KPY5X wskazuje na zakres ciśnień mierzonych:
1: 0...0,25bar (2)
2: 0...0,6bar (6)
3: 0...1,6bar (10)
4: 0...4bar (16)



Rys. 3. Obudowa i układ wyprowadzeń.



Rys. 4. Najprostsza aplikacja czujnika.



Rys. 5. Wpływ temperatury na parametry czujnika ciśnienia.

Parametry czujnika KPY43A

Stałe napięcie zasilające:	typ. 5V, max 12V
Zakres temperatur pracy:	-40...+125°C
Czułość s:	typ. 8,8mV/Vbar (5,6...12,5mV/Vbar)
Napięcie pełnej skali V_{fin} (P=0...1,6bar, Uzas=5V):	typ. 70mV (45...100mV)
Współczynnik cieplny napięcia pełnej skali TCV_{fin}:	typ. -0,16%/K (-0,19...-0,12%/K)
Napięcie przesunięcia V_o:	±25mV
Współczynnik cieplny nap. offsetu TCV_o:	±0,03%/K
Rezystancja mostka Rb:	4...8kW
Współczynnik cieplny rezystancji mostka TC_{Rb}:	+0,095%/K
Błąd nieliniowości F_L:	typ. ±0,15%V_{fin}
Histereza ciśnieniowa P_H:	typ. ±0,1%V_{fin}
Histereza temperaturowa TH:	typ. ±0,3% (V_{fin})
Rezystancja wbudowanego czujnika temperatury Rt:	2kW przy +25°C

5: 0...10bar (30)
6: 0...25bar (40)
7: 0...60bar (70)

Na przykład KPY43A to czujnik ciśnienia bezwzględnego o zakresie 1,6bar, czyli 1600 hektopaskali. W nawiasach podano maksymalne ciśnienie (w barach), jakie nie spowoduje jeszcze uszkodzenia czujnika.

Dla ułatwienia poniżej podano zależności między używanymi w praktyce jednostkami ciśnienia:
1bar = 14,502psi
1bar = 10,2mH_2O
1bar = 1,02at
1bar = 1,02kp/cm^2
1bar = 750mm Hg (Tor)
1bar = 10^5 N/m^2
1bar = 100kPa
1bar = 1000hPa.

Na **rysunku 4** pokazano najprostszą aplikację czujnika z rodziny KPY. Sygnałem wyjściowym jest napięcie na przekątnej mostka (między nóżkami 7 i 3). Napięcie to przy zmianach ciśnienia zmienia się od zera do kilkudziesięciu...kilkuset miliwoltów. Zakres napięcia wyjściowego uzyskiwany przy zmianach ciśnienia od zera do wartości nominalnej, oznaczany jest U_{fin} lub V_{fin}.

Wydawałoby się, że jedynym ważnym parametrem czujnika ciśnienia jest czułość przetwarzania zmian ciśnienia na napięcie (oznaczana s) oraz ewentualnie współczynnik informujący o wpływie temperatury (TCV_{fin}). W rzeczywistości, że względu na niedoskonałość procesu technologicznego, nie udaje się uzyskać zerowego napięcia przy zerowej różnicy ciśnień między obiema stronami membrany (czujnik ciśnienia absolutnego umieszczony w próżni powinien na wyjściu mieć napięcie równe zeru). Przy zerowej różnicy ciśnień między obiema stronami mambrany występuje na wyjściu - między nóżkami 7 i 3 - pewne napięcie stałe, zwane napięciem przesunięcia (niezrównoważenia, offsetu) oznaczane U_o lub V_o. Napięcie to może mieć znaczną wartość, nawet ±25mV i dla uzyskania poprawnych wyników musi być w jakiś sposób uwzględnione czy skorygowane.

Co gorsza, to napięcie offsetu nie jest stałe - zmienia się pod wpływem temperatury ze współczynnikiem TCV_o.

Pod wpływem temperatury zmienia się także rezystancja czterech rezystorów pomiarowych Rb - zmiany te charakteryzuje współczynnik TC_{Rb}.

Wpływ zmian temperatury na napięcie wyjściowe dla przykładowego egzemplarza pokazany jest na **rysunku 5**.

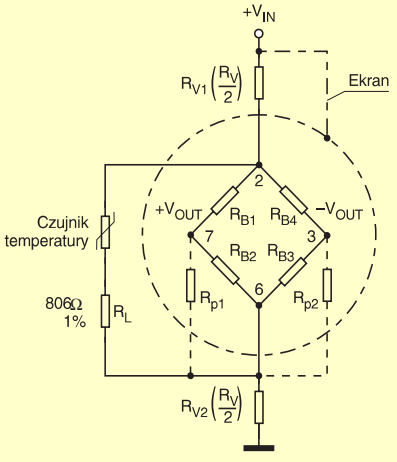
W katalogu podaje się też dalsze parametry: błąd liniowości (F_L), histereza powstająca pod wpływem ciśnienia (P_H), histereza związana ze zmianami temperatury (TH). Najogólniej biorąc, wartości tych parametrów podawane są w procentach odniesionych do pełnej skali (V_{fin}).

W ramce podano wartości wszystkich potrzebnych parametrów dla czujnika KPY43A. Czujnik ten ma zakres pomiarowy 0...1600hPa, znakomicie nadaje się więc do budowy barometrów, wysokościomierzy, itp.

Trzeba też wiedzieć, że z każdym czujnikiem KPY dostarczana jest karteczka zawierająca dokładne dane tego właśnie egzemplarza.

Na kartce tej podano między innymi zmierzone dokładnie wartości V_o, V_{fin}, Rb, TCV_o, TCV_{fin}, F_L oraz Rt(+25°C) tego czujnika. Umożliwiają one przeprowadzenie kompensacji w systemie pomiarowym zawierającym przetwornik analogowo-cyfrowy i mikroprocesor: należy napisać odpowiedni program, który obliczy aktualną wartość ciśnienia na podstawie bieżącego napięcia wyjściowego mostka i rezystancji czujnika temperatury, uwzględniając te indywidualne dane.

Należy jeszcze koniecznie zauważyć, że czułość s jest wprost proporcjonalna do wartości napięcia stałego zasilającego mostek - stąd czułość wyrażana jest w mV/bar na wolt napięcia zasilającego. Zmiany napięcia zasilającego przy stałym ciśnieniu, spowodują proporcjonalne zmiany napięcia wyjściowego. Patrząc z jednej, strony należałoby więc zadbać, żeby napięcie zasilające mostek było dobrze stabilizowane. Ale z drugiej strony, dzięki takiej zależności jest możliwa kompensacja termiczna czujnika - wystarczy odpowiednio uzależnić napięcie zasilania mostka od temperatury. Konstruktorzy Siemensa wykazali tu rzeczywiście wielką pomysłowość: właśnie taką kompensację umożliwia dodatkowy czujnik temperatury, wbudowany wewnątrz obudowy elementu KPY. Stosowny schemat podany jest na **rysunku 6**. Odpowiednie dobranie rezystorów Rv i Rp pozwala na skompensowanie wpływu temperatury. Należy jednak mieć świadomość, że taka kompensacja nie likwiduje napięcia przesunięcia (offsetu),



Rys. 6. Układ biernej kompensacji termicznej.

tylko powoduje, że temperatura nie ma wpływu na zależność napięcia wyjściowego od ciśnienia (zamiast rodziny charakterystyk z rysunku 5, uzyskuje się jedną prostą dla całego zakresu temperatur pracy).

Dobór wspomnianych rezystancji wydaje się zadaniem bardzo trudnym. W rzeczywistości nie wymaga to żadnego wysiłku, ponieważ na wspomnianej karteczce z indywidualnymi parametrami podano także gotowe wartości Rv i Rp.

Na rysunku 6 pokazano dwa rezystory Rv (R_{V1} i R_{V2}). W praktyce stosuje się zazwyczaj dwa rezystory umieszczone z dwóch stron mostka, których sumaryczna rezystancja wynosi Rv (najczęściej $R_{V1} = R_{V2} = 0{,}5Rv$). Natomiast z rezystancją Rp sprawa wygląda zupełnie inaczej. Napięcie offsetu może być, powiedzmy w uproszczeniu, dodatnie lub ujemne. Aby skompensować współczynnik cieplny tego napięcia, należy zawsze stosować *tylko jeden* rezystor Rp, i należy go dołączyć między nóżkę 6, a jedno z wyjść mostka. Jeśli podana na załączonej do czunika karteczce wartość Rp jest dodatnia, należy rezystor Rp dołączyć do dodatniego wyjścia mostka (między nóżki 6 i 7). Jeśli natomiast podano wartość ujemną, rezystor Rp należy dołączyć do nóżki 3 (między nóżki 6 i 3).

Wartość zewnętrznego rezystora R_L jest stała i powinna wynosić 806Ω 1%.

Ponieważ w sumie czujnik jest elementem półprzewodnikowym, montowanym bezpośrednio w metalowej obudowie, dla uniknięcia przepływu prądów przez pasożytnicze złącza w strukturze, metalowa obudowa czujnika powinna być dołączona do punktu układu o napięciu wyższym, niż napięcia na końcówkach czujnika (w praktyce do plusa zasilania), jak to pokazano na rys. 6.

Możliwości wykorzystania

Czytelnicy EdW znajdą szereg różnych zastosowań dla opisanych czujników KPY43A. Przede wszystkim warto pomyśleć o barometrze.

Przy projektowaniu układu należy zwrócić uwagę na, w sumie niewielki, sygnał wyjściowy. Przykładowo zmiana ciśnienia o 10hPa spowoduje zmianę napięcia wyjściowego tylko o około 0,3mV. Jeśli więc zastosowany będzie wzmacniacz sygnału mostka (zbudowany z użyciem wzmacniaczy operacyjnych), to powinien on mieć dobre parametry termiczne. Chodzi tu o katalogowy parametr zwany dryftem napięcia niezrównoważenia, który w popularnych wzmacniaczach operacyjnych ma wartość rzędu 10μV/K. Nie ma natomiast większego znaczenia wartość napięcia niezrównoważenia, bo i tak zostanie ona uwzględniona przy kalibracji.

W niektórych przypadkach zastosowanie wzmacniaczy operacyjnych zwiększy tylko błędy, warto więc pomyśleć, czy czujnik nie mógłby współpracować bezpośrednio z kostką woltomierza, na przykład ICL7106. Przecież w kostce ICL7106 można ustawić napięcie odniesienia inne niż 1V, czy 100mV. Należy tylko ocenić, czy błędy miernika pracującego przy napięciu odniesienia rzędu trzydziestu miliwoltów będą mniejsze niż błędy wniesione przez ewentualny wzmacniacz. Według wstępnych szacunków, bezpośrednia współpraca czujnika z kostką ICL7106 jest najlepszą drogą wykonania barometru. Warto rozważyć, czy nie umieścić układu w termostacie utrzymującym stale temperaturę rzędu 35...50°C i zrezygnować tym samym z układy kompensacyjnego z rysunku 6. Wtedy odpadłyby wszystkie problemy związane z dryftami cieplnymi wszystkich elementów układu.

Trzeba też zwrócić uwagę na stabilność napięcia zasilającego mostek. Powinno to być napięcie dobrze stabilizowane. Wbrew pozorom ryzykowne byłoby uproszczenie układu i wykorzystanie w roli napięcia odniesienia, napięcia z rezystorowego dzielnika napięcia zasilania. To istotnie uniezależniłoby współczynnik skali od napięcia zasilającego, ale mógłby pojawić się dodatkowy błąd związany z napięciem niezrównoważenia (offsetu) czujnika ciśnienia.

Uwagi dodatkowe

Przyjęte rozwiązania technologiczne oraz indywidualne pomiary każdego egzemplarza wpływają na cenę wyrobu. Nie można się dziwić, że przy zakupie pojedynczych sztuk, za czujnik KPY43A trzeba zapłacić obecnie około 200 nowych złotych.

Dwa takie kosztowne czujniki otrzymaliśmy bezpłatnie dzięki uprzejmości firmy Siemens i jej krajowego przedstawiciela p. Juliusza Głąbińskiego z działu półprzewodników.

Czekają one już w redakcji. Autorzy dwóch najbardziej przekonujących listów otrzymają je do prób, i będą mogli je dowolnie zastosować.

Istnieje też możliwość zakupu czujników u krajowych dystrybutorów. Osoby poważnie zainteresowane budową barometru elektronicznego oraz wszystkich, zdecydowanych nabyć sam czujnik, prosimy o kontakt z redakcją. W razie zainteresowania, możemy opracować układ barometru (szacunkowy koszt ok. 300zł) i wprowadzić czujniki do oferty firmy AVT.

(red)

Najciekawsze artykuły w bratnich miesięcznikach:

ELEKTRONIKA PRAKTYCZNA
Międzynarodowy magazyn elektroników hobbistów i profesjonalistów

EP 11/96

- ✓ Wzmacniacz do wszystkiego
- ✓ Test - zestawy uruchomieniowe dla komputerów 8-bitowych
- ✓ Wzmacniacz z układami *Overture*
- ✓ Fotograficzny zegar ciemniowy, część 1
- ✓ "Kaczka" gitarowa
- ✓ Miernik częstotliwości do komputera Pc, część 1
- ✓ Sterownik świateł dziennych samochodu osobowego
- ✓ Tester pilotów RC-5, część 2
- ✓ Elektroniczna różdżka
- ✓ Miernik temperatury
- ✓ Podzespoły - analogowe ukady programowalne

ELEKTRONIK ELEKTOR
MIESIĘCZNIK DLA ELEKTRONIKÓW

EE 10/96

- ✓ Cyfrowy kompas
- ✓ cyfrowy termometr max-min
- ✓ DIP-meter
- ✓ Tester parowania kondensatorów
- ✓ Tester rezystancji przejścia
- ✓ Zdalny wyłącznik
- ✓ Ogranicznik mocy m.cz.
- ✓ Wyłącznik sieciowy oddalony od sieci
- ✓ Szerokopasmowy (50MHz) miernik dBm
- ✓ Miniaturowy wzmacniacz mocy
- ✓ Układ do przełączania joysticka

Co nowego we wzmacniaczach mocy?

W każdym domu można dziś znaleźć kilka wzmacniaczy audio. Wszelkie odbiorniki radiowe, zestawy dźwiękowe, odbiorniki telewizyjne zawierają wzmacniacze mocy.

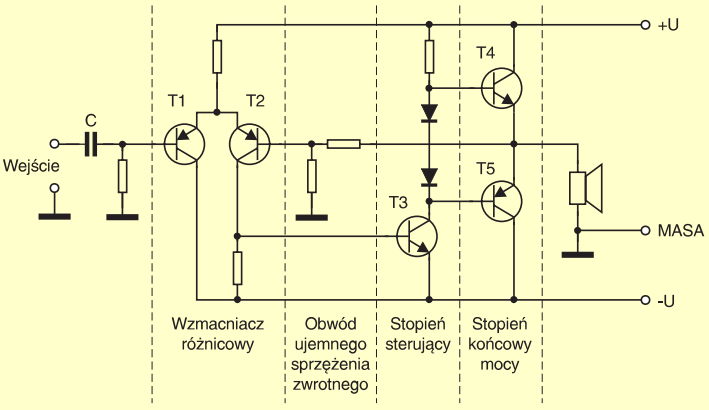
Nasi starsi wiekiem Czytelnicy (którzy zwykle żartobliwie nazywają siebie "starymi drucikami") z łezką w oku wspominają wzmacniacze lampowe oraz transformatorowe wzmacniacze przeciwsobne z germanowymi tranzystorami TG70 czy AC180.

Poprzednie pokolenie elektroników wychowane na książce Janusza Wojciechowskiego pt. "Nowoczesne zabawki", w tej liczbie również ja, autor, fascynowało się zamieszczonym tam schematem "Uniwersalnego wzmacniacza m.cz. o mocy 5...7,5W", zawierającego trzy tranzystory germanowe (w szóstym wydaniu jest to rysunek 4-22 na str. 106). To nic, że układ zawiera ewidentne błędy i wzmacniacz o takim schemacie nie może pracować - nasza fascynacja wynikała z faktu, że oto przedstawiono wzmacniacz o tak dużej (!) mocy, nie zawierający transformatorów (szczerze mówiąc, prawie żaden z układów opisanych we wspomnianej książce nie da się uruchomić, co zresztą nie umniejsza wartości popularyzatorskich tego wiekopomnego dzieła).

Potem słyszeliśmy coś o układach scalonych, i wreszcie z radością powitaliśmy pierwsze monolityczne wzmacniacze scalone - rodzinę UL1490 o mocy od kilkuset miliwatów do ponad 2W i rodzinę 1401 o mocy wyjściowej do 5W.

Dziś, szkoda mówić... Głowa boli od mnogości dostępnych w każdym sklepie scalonych wzmacniaczy mocy.

Jak by nie było, warto na bieżąco śledzić co dzieje się w dziedzinie wzmacniaczy mocy.



Rys. 1. Schemat blokowy typowego wzmacniacza mocy.

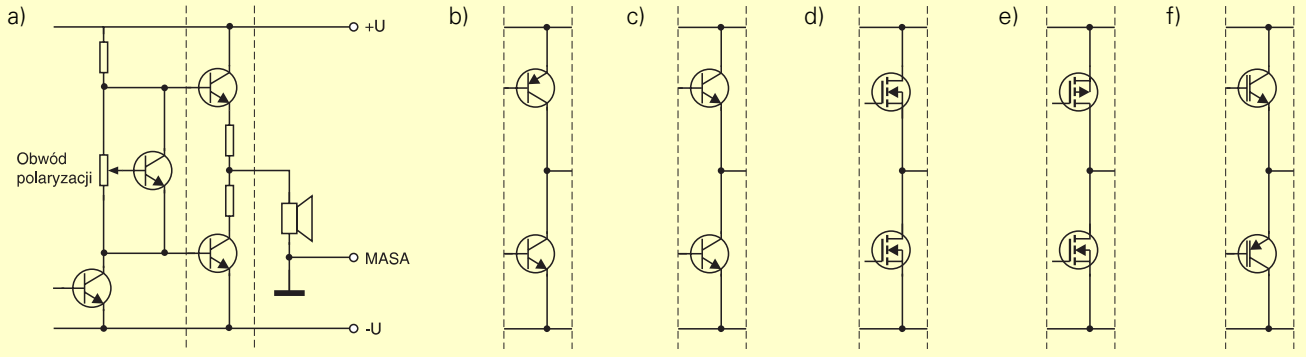
Wzmacniacze najwyższej klasy

Wzmacniacze lampowe, wyparte swego czasu przez wzmacniacze tranzystorowe, wróciły do łask, i są stosowane w sprzęcie najwyższej klasy i najdroższym. Trwa gorąca dyskusja o wyższości wzmacniaczy lampowych nad tranzystorowymi. Wielu audiofilów twierdzi, że nie ma to jak mięki dźwięk "lampowy", którego nie sposób uzyskać z najbardziej wyrafinowanych wzmacniaczy półprzewodnikowych. Przy okazji różni szalbierze żerują na naiwnych, a zasobnych snobach i sprzedają im za bardzo ciężkie pieniądze prymitywne wzmacniacze lampowe nie warte swej ceny. Warto o tym pamiętać, bowiem nie każdy układ zawierający lampy automatycznie gwarantuje uzyskanie wysokich parametrów. Lampa lampie nierówna - koneserzy do sprzętu najwyższej klasy wybierają tylko nieliczne egzemplarze spośród lamp danego typu. Ponadto wykonanie dobrego transformatora głośnikowego to nie lada zadanie.

We wzmacniaczach najwyższej klasy stosuje się także szybkie tranzystory polowe MOSFET, a ostatnio także tranzystory IGBT, będące jakby skrzyżowaniem tranzystorów MOSFET z tranzystorami bipolarnymi.

A, B, C

Uproszczony schemat typowego wzmacniacza mocy znajdziesz na **rysunku 1**. Typowy wzmacniacz mocy jest układem z ujemnym sprzężeniem zwrotnym i zawiera wzmacniacz różnicowy, stopień sterujący i stopień końcowy.



Rys. 2. Przykłady realizacji stopnia końcowego.

Nas najbardziej interesuje teraz stopień końcowy. Generalnie, we wzmacniaczach półprzewodnikowych stosuje się dziś wyjściowe układy przeciwsobne, najczęściej z tranzystorami komplementarnymi. Kilka przykładów realizacji stopnia wyjściowego znajdziesz na **rysunku 2**. Choć oczywiście szczegóły realizacji stopnia sterującego są różne, i układ polaryzacji z rysunku 2a nie nadaje się do sterowania stopnia mocy z rysunków 2b...2f, we wszystkich takich układach podobna jest zasada pracy: jeśli jeden z tranzystorów zaczyna się bardziej otwierać, to drugi w tym czasie się zatyka. Ogólnie rzecz biorąc, przy sygnałach dodatnich prądu dostarcza "górny" tranzystor, a przy ujemnych - "dolny". A jak to wygląda w stanie spoczynku?

I to jest bardzo ważne pytanie! Słyszałeś na pewno o wzmacniaczach pracujących w klasie A, w klasie B, czy AB. Klasa ta informuje po prostu, jak zachowuje się stopień końcowy w stanie spoczynku. Fachowo nazywa się to punktem pracy stopnia końcowego. Na rysunku 2a zaznaczone są obwody polaryzacji, które decydują o punkcie pracy tranzystorów wyjściowych, czyli o klasie wzmacniacza. Ten sam wzmacniacz, w zależności od ustawienia potencjometru w obwodzie polaryzacji czyli od wartości prądu spoczynkowego, może pracować w każdej z klas: A, B, AB, a nawet C.

Jeśli w spoczynku przez oba tranzystory mocy stopnia końcowego płynie duży prąd, porównywalny z maksymalnym prądem dostarczanym do obciążenia (głośnika), to wzmacniacz pracuje w klasie A. Pojawiający się sygnał zmienny na przemian przytyka jeden z tranzystorów, a drugi otwiera. W każdym razie prąd spoczynkowy jest tak duży, że nawet przy maksymalnym wysterowaniu, żaden z tranzystorów nigdy się całkowicie nie zatka. Wadą takiego wzmacniacza są duże straty mocy, kilkukrotnie (!) większe niż uzyskiwana użyteczna moc wyjściowa. Jedyną zaletą jest mała zawartość zniekształceń związana z faktem, że żaden z tranzystorów nie zatyka się całkowicie - dlatego wzmacniacze takie spotyka się wyłącznie w sprzęcie najwyższej klasy.

Natomiast określenie "klasa B" informuje, że w spoczynku tranzystory wyjściowe są spolaryzowane niejako na granicy przewodzenia, czyli w spoczynku prąd przez nie nie płynie, ale jeśli pojawi się jakikolwiek sygnał, to zaczyna przewodzić *jeden* z tranzystorów. W praktyce nie stosuje się pracy w "czystej" klasie B, tylko ustawia się jakiś niezerowy prąd spoczynkowy o wartości kilku...kilkudziesięciu miliamperów. Przy małych sygnałach przewodzą oba tranzystory, więc jest to praca w klasie A, przy dużych sygnałach jeden z tranzystorów zatyka się całkowicie, tak jak w klasie B. Dlatego nazywa się to pracą w klasie AB. W zależności od wielkości prądu spoczynkowego mówi się o głębszej lub płytszej klasie AB.

Wypadałoby jeszcze wspomnieć o klasie C. Wtedy obwody polaryzacji są tak ustawione, że nie tylko prąd spoczynkowy nie płynie, ale nawet niewielkie sygnały nie otwierają żadnego z tranzystorów. Dopiero duże sygnały otwierają jeden z tranzystorów. Klasy C nie stosuje się we wzmacniaczach mocy audio (choć są nieliczne wyjątki).

Okazuje się, że zastosowanie szybkich, nowoczesnych podzespołów pozwala uzyskać w klasie B, czy płytkiej klasie AB parametry lepsze niż w prostym wzmacniaczu klasy A z tranzystorami bipolarnymi. Dużo zależy bowiem od parametrów wzmacniacza różnicowego, parametrów czasowych zastosowanych półprzewodników oraz od głębokości sprzężenia zwrotnego.Temat ten wart jest szerszego omówienia, ale nie zmieści się w ramach tego artykułu.

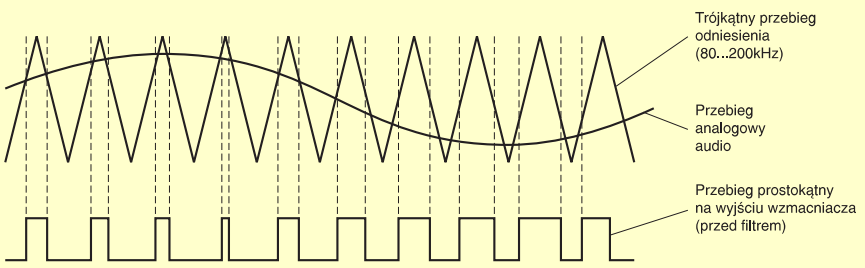
Klasa D

Wyobraź sobie, że nasz stopień wyjściowy pracuje w klasie B lub nawet C, a przy tym wzmacniacz jest sterowany nie przebiegiem o częstotliwości akustycznej, tylko przebiegiem prostokątnym o częstotliwości ponad 100kHz i współczynniku wypełnienia zależnym od sygnału m.cz. W zasadzie tranzystory mocy pełnią w tym wypadku tylko rolę kluczy - albo są w pełni otwarte, albo zamknięte. Co uzyskamy na wyjściu? Pokazuje to **rysunek 3**. Wystarczy zastosować prosty filtr LC, żeby z takiego zmodulowanego sygnału prostokątnego odzyskać przebieg m.cz. Można więc zbudować akustyczny wzmacniacz mocy pracujący na zasadzie impulsowej, o schemacie blokowym według **rysunku 4**.

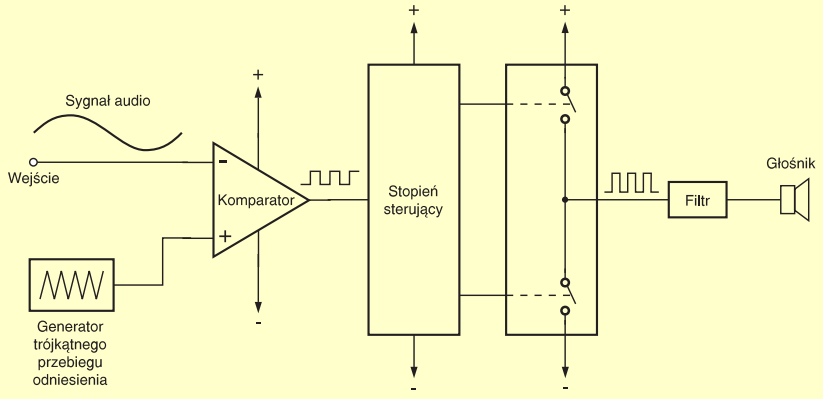
Tylko po co sobie tak utrudniać życie?

Chodzi głównie o sprawność, czyli w sumie o straty mocy. Wiesz przecież, że wzmacniacz klasy A ma sprawność około 15...20%, a przyzwoity wzmacniacz klasy AB - w granicach 50...65%. To znaczy, iż duża ilość mocy wydziela się tam w postaci strat cieplnych. Trzeba więc stosować duże radiatory i zasilacze o odpowiednio większej mocy.

Inaczej jest we wzmacniaczu klasy D. Tu występuje przebieg prostokątny, czyli tranzystor albo w pełni przewodzi, albo jest zatkany. Nie płynie żaden prąd spo-



Rys. 3. Przebiegi napięć we wzmacniaczu klasy D.



Rys. 4. Zasada działania wzmacniacza klasy D.

czynkowy. Teoretycznie rzecz biorąc, wzmacniacz klasy D ma sprawność równą 100%. W praktyce sprawność sięga 80...92% z uwagi na niezerową rezystancję włączonych kluczy, nieodłączne straty podczas przełączania i pobór mocy przez układy sterujące.

Dotychczas wzmacniacze klasy D były tylko teoretyczną ciekawostką, ponieważ brakowało tanich i dobrych elementów przełączających, a poza tym konstruktorów odstraszały skomplikowane układy sterujące. Dziś powszechnie dostępne są szybkie tranzystory MOSFET oraz IGBT, które wreszcie pozwalają praktycznie zrealizować taki impulsowy wzmacniacz. Obecnie problemy techniczne udaje się względnie prosto pokonać, ale ze względu na koszty, wzmacniacze klasy D nie zdobyły sobie jeszcze miejsca na rynku. Należy jednak przypuszczać, że dziedzina ta będzie się dynamicznie rozwijać.

Przed kilku laty firma SGS-Thomson opracowała kompletny układ sterujący o oznaczeniu TDA7260 przewidziany do wzmacniacza samochodowego klasy D o mocy 30W, wymagający dołączenia czterech MOSFETów i kilku elementów biernych. Układ ten niestety nie przyjął się na rynku i firma wycofała się z jego produkcji.

W nocie aplikacyjnej firmy Motorola (AN1042) przedstawiono przykład realizacji wzmacniacza klasy D o mocy około 70W z użyciem wzmacniaczy operacyjnych, cyfrowych CMOSów i tranzystorów T-MOS.

Firma Hitachi zaproponowała budowę stereofonicznego wzmacniacza klasy D o mocy 30...100W z użyciem kostki HA13003 i szeregu tranzystorów.

Wydaje się jednak, że przełomem w budowie wzmacniaczy klasy D może stać się wprowadzenie przez firmę Harris układu HIP4080 - uniwersalnego scalonego sterownika czterech jednakowych MOSFETów z kanałem N.

Firma oferuje nawet specjalny zestaw eksperymentalny, zwany Evaluations Board, zawierający kompletny wzmacniacz klasy D. Jego schemat blokowy pokazano na **rysunku 5**.

Okazuje się, że w ten sposób, bez specjalnych kłopotów można zrobić wzmacniacz klasy D o sprawności 86% przy mocy 150W. Co ważne zniekształcenia nieliniowe i intermodulacyjne są mniejsze niż 1%!

Szczegółowe informacje, parametry i dane katalogowe na ten temat można ściągnąć przez Internet (http://www.harris.com).

Natomiast w polskojęzycznej literaturze jest bardzo mało informacji na ten temat. Nasz bratni Elektor w numerze 9/94 przedstawił prosty wzmacniacz klasy D, ale parametry tego układu są, można powiedzieć, mizerne.

Klasa H

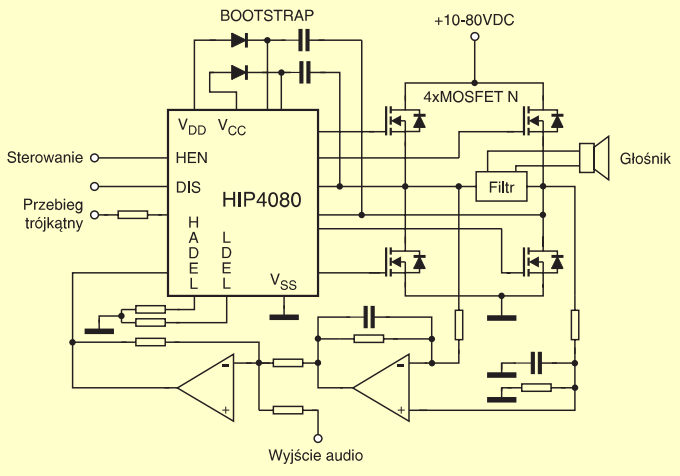
Żeby wyjaśnić sprawę intrygującej klasy H, musimy powrócić do klasycznych wzmacniaczy samochodowych.

Jak wiadomo, w samochodzie bez problemu dostępne jest napięcie 12-woltowego akumulatora. W praktyce, podczas jazdy, dzięki obecności alternatora, w instalacji występuje napięcie o wartości około 14,4V.

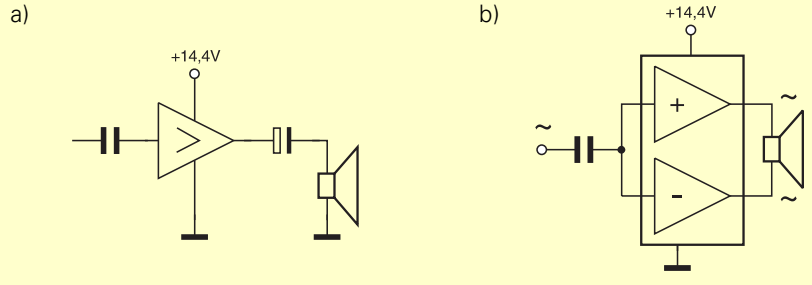
W klasycznym układzie z **rysunku 6a** można w takich warunkach na głośniku o rezystancji 4W uzyskać moc użyteczną sygnału sinusoidalnego nie większą niż 6W. Dla zwiększenia mocy użytecznej powszechnie stosuje się wzmacniacze mostkowe (w literaturze angielskojęzycznej oznaczane BTL) o schemacie blokowym jak na **rysunku 6b**. Dzięki podwojeniu napięcia wyjściowego uzyskuje się moc czterokrotnie większą niż w układzie pojedynczym - w praktyce do 22W na 4W. Dodatkową zaletą jest fakt, że nie trzeba stosować kondensatora wyjściowego. Tak pracuje większość dzisiejszych wzmacniaczy samochodowych, choćby przedstawione niedawno układy TDA1554Q i TDA1516Q.

Co jednak zrobić, jeśli moc jednego kanału rzędu 20W jest mimo wszystko za mała?

Jedną z możliwości jest zmniejszenie impedancji obciążenia z 4W na 2W. Daje



Rys. 5. Schemat blokowy wzmacniacza impulsowego z kostką HIP4080.



Rys. 6. Typowe konfiguracje wzmacniaczy samochodowych.

to zwiększenie mocy wyjściowej do około 40W. Przy takim rozwiązaniu, w obciążeniu podczas szczytów wysterowania płynie jednak prąd rzędu 6...7A i występują znaczne straty mocy. Wymaga to starannego zaprojektowania tranzystorów stopnia wyjściowego, a później także stosowania dużych radiatorów o małej rezystancji cieplnej. Niewiele z dostępnych obecnie kostek może pracować przy tak małej rezystancji obciążenia.

Innym rozwiązaniem jest zastosowanie przetwornicy podwyższającej napięcie 14,4V na np. ±30...50V - wtedy można zastosować wzmacniacz o praktycznie dowolnej mocy, nawet 2x100W czy 2x200W. Jest to sposób dobry, ale kosztowny.

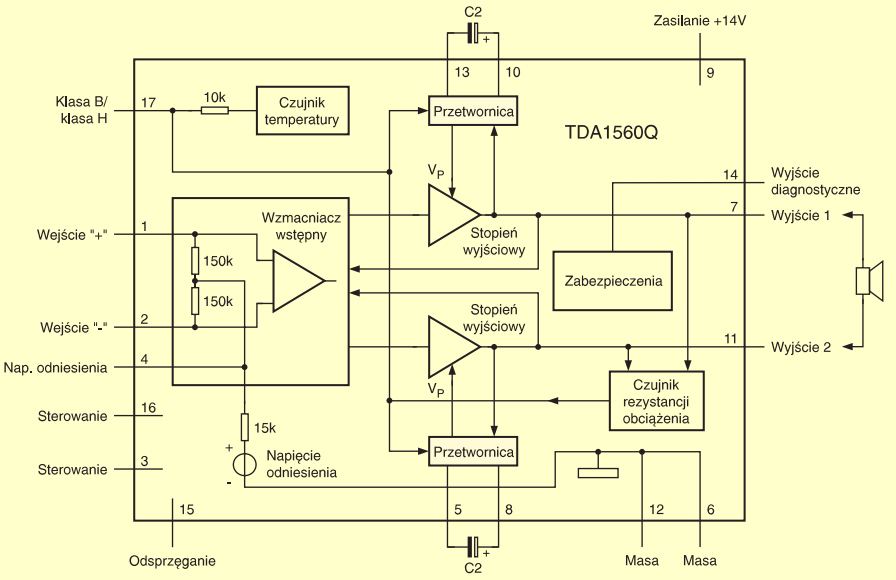
Dodatkowo istotną wadą obu przedstawionych sposobów jest duża moc strat, co wymaga stosowania dużych radiatorów.

Okazuje się jednak, iż przy typowym sygnale muzycznym pełna moc wzmacniacza potrzebna jest tylko przez małą część czasu pracy. Pojawiła się więc idea, żeby zwiększać napięcie zasilania (a więc i straty mocy) tylko na czas tych krótkich szczytów wysterowania. Przez większą część czasu wzmacniacz pracuje przy normalnym napięciu zasilania (14,4V) i może dostarczać moc rzędu kilku...kilkunastu watów. Gdy na wejściu pojawia się duży sygnał, natychmiast uruchomiona zostaje przetwornica, która podwaja napięcie zasilające i wzmacniacz dysponuje mocą czterokrotnie większą.

Bardzo ważną zaletą takiego rozwiązania jest radykalne zmniejszenie średniej mocy strat przy sygnałach muzycznych - o około 50% w porównaniu ze wzmacniaczem klasy AB. Wynika to z faktu, że wzmacniacz pracuje przy podwyższonym napięciu, a więc ze zwiększoną mocą strat, tylko w niewielkim procencie czasu pracy. Ma to ogromne znaczenie w urządzeniach samochodowych, gdzie z oczywistych względów stosowanie dużych radiatorów jest bardzo utrudnione.

I na tym właśnie polega praca w klasie H.

Firma Philips proponuje kompletną kostkę wzmacniacza mocy TDA1560Q pracującą w klasie H. Jest to wzmacniacz monofoniczny, zrealizowany w układzie mostkowym (BTL). Kostka przeznaczona jest do pracy przy obciążeniu 8Ω. Integralną częścią układu scalonego jest przetwornica podwajająca napięcie zasilające. Uproszczony schemat blokowy układu TDA1560Q pokazano na **rysunku 7**. Przy małych sygnałach oba stopnie wyjściowe pracują w klasie AB przy zasilaniu 14,4V. Pozwala to uzyskać na obciążeniu 8Ω moc użyteczną rzędu 10W. Natomiast przy większych sygnałach włącza się przetwornica i można wtedy uzyskać moc wyjściową 40W i to na obciążeniu 8Ω!



Rys. 7. Schemat blokowy układu TDA1560Q.

Jak rozwiązano problem prostej przetwornicy podwajającej napięcie zasilania? Słowo przetwornica natychmiast kojarzy się z impulsami o częstotliwości ponad 20kHz. Spotkałem się już kilkakrotnie z opinią, że kostka TDA1560 jest bardzo ciekawa, ale stosowanie jej jest bardzo ryzykowne, bowiem zawiera przetwornicę, wobec czego należy liczyć się z potężnymi zakłóceniami impulsowymi o częstotliwości kilkudziesięciu kiloherców, wywołanymi pracą przetwornicy. Prawda wygląda jednak inaczej!

Bootstrapping

Czy wiesz co to jest bootstrapping? Słowo to nie ma dobrego polskiego odpowiednika, a określenie "podciąganie" zupełnie nie oddaje istoty sprawy.

Czy próbowałeś unieść się do góry ciągnąc mocno sznurówki swoich własnych butów? A może udało Ci się podnieść siebie samego, chwytając się za włosy i ciągnąć mocno w górę? Nie śmiej się! Tak mniej więcej wygląda idea bootstrappingu - podnieść się, ciągnąc sznurówki własnych butów! Tobie się to pewnie nie uda, ale coś podobnego realizowane jest w większości typowych wzmacniaczy elektroakustycznych. Na pewno spotkałeś się już z określeniem bootstrap przy wzmacniaczach budowanych z elementów dyskretnych i przy niektórych układach scalonych. Z grubsza rzecz biorąc obwód typowego bootstrapu pokazano na **rysunku 8**. Zauważ, że w tym wypadku dzięki obecności kondensatora C_B, przy dodatnich szczytach wysterowania napięcie zasilające stopień sterujący, w punkcie A, jest wyższe (!) niż dodatnie napięcie zasilania.

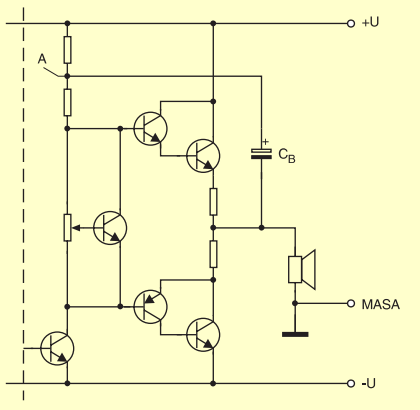
W układzie TDA1560Q wykorzystano podobną ideę, tyle że układ jest znacznie bardziej rozbudowany. Ale w efekcie, dla podwojenia napięcia zasilającego kostkę, potrzebne są tylko dwa dołączane z zewnątrz kondensatory elektrolityczne o pojemności po kilka tysięcy mikrofaradów.

W kostce tej nie występuje natomiast żadna przetwornica impulsowa pracująca na częstotliwości ponadakustycznej, wobec czego nie trzeba obawiać się żadnych groźnych zakłóceń impulsowych!

Zamiast zakończenia

W niniejszym artykule starałem się przybliżyć Ci temat współczesnych wzmacniaczy mocy audio. Mam pełną świadomość, że tak krótki artykuł nie tylko nie wyjaśnia wszystkiego, ale może wręcz rozdrażnić. Jeśli jesteś zainteresowany dalszymi szczegółami, napisz do Redakcji. Wtedy w miarę możliwości zajmiemy się szerzej zasygnalizowanymi dziś tematami.

Piotr Górecki

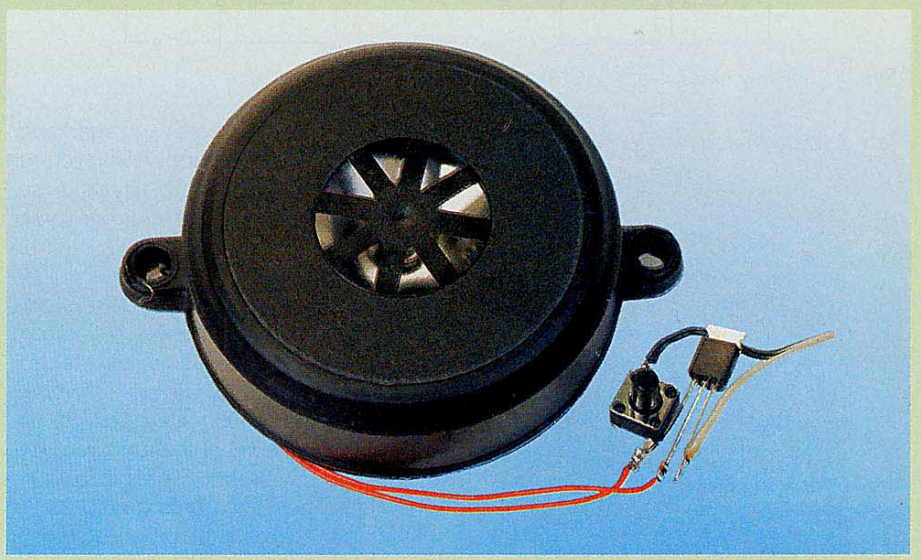


Rys. 8. Obwody wzmacniacza wykorzystującego bootstrapping.

Nowe generatory melodii: elektroniczny dzwonek do drzwi

Do czego to służy?

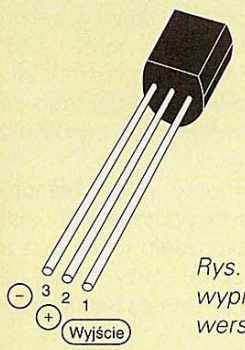
W pierwszym numerze EdW (1/96) przedstawiliśmy Czytelnikom najprostszy generator melodii, wykorzystujący układy UM66 pochodzące z tajwańskiej firmy UMC. Te proste do zastosowania kostki cieszą się zasłużoną popularnością wśród konstruktorów. Są znakomitym uzupełnieniem układów budowanych przez hobbystów, zabawek: mogą być stosowane w telefonach, domofonach oraz jako dzwonki do drzwi. Ostatnio na rynku pojawiły się podobne układy innej dalekowschodniej firmy, oznaczone VT66. Są one jeszcze tańsze, niż układy UM66, ale niektóre mają odmienny rozkład wyprowadzeń.



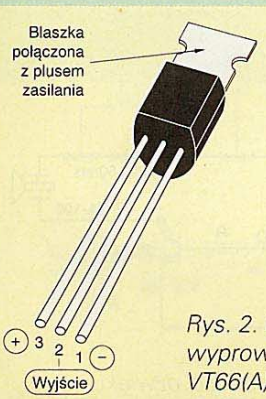
Jak to działa?

Układy VT66, podobnie jak UM66, mają skomplikowaną budowę wewnętrzną. Zawierają w strukturze pamięć ROM, zespoły liczników i układy sterujące (trochę więcej szczegółów można znaleźć w EdW 1/96 str. 47).

Przede wszystkim należy wiedzieć, iż kostki z oznaczeniem zawierającym literę D, na przykład VT66-D04, mają taki sam rozkład wyprowadzeń, jak znane kostki UM66. Pokazuje to **rysunek 1**. Inny jest natomiast zakres napięć zasilania - nie 1,3...3,3V, tylko 2,4...5V. Mniejsza jest też wydajność prądowa wyjścia - 0,5...1mA. Możliwości stosowania są takie, jak kostek UM66. Liczba za literą D wskazuje zaprogramowaną melodię - szczegóły w **tabeli 1**.



Rys. 1. Układ wyprowadzeń wersji VT66D.



Rys. 2. Układ wyprowadzeń wersji VT66(A)S i VT66(A)L.

Dostępne są też kostki VT66 w obudowie podobnej do TO-92, ale z dodatkową blaszką w górnej części obudowy. Mają one odmienny rozkład wyprowadzeń, pokazany na **rysunku 2**, ale dzięki wspomnianej blaszce łatwo je rozróżnić.

Produkowane są w kilku wersjach. Wersja z literą A w oznaczeniu (np. VT66A S21) ma większą wydajność prądową wyjścia (ponad 12mA) i jest przeznaczona do wysterowania głośnika 8Ω 0,3W bez potrzeby stosowania zewnętrznego tranzystora. Wersja bez literki A (np. VT66 S21) o wydajności prądowej wyjścia rzędu 2mA, przeznaczona jest do współpracy z membraną piezo.

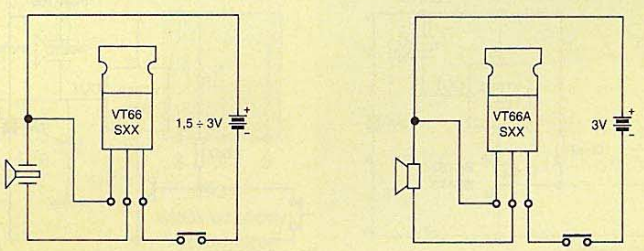
Zakres napięć zasilania wynosi 1,2... 3,6V, natomiast wersji A -1,5...3,6V.

Podobnie jak w kostkach UM66, wykonania zawierające w oznaczeniu literę S (np. VT66A S21), po dołączeniu zasilania odtwarzają melodię tylko raz i przechodzą potem do stanu spoczynku.

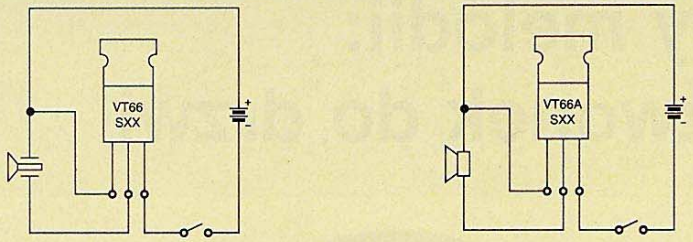
Tab. 1. Lista melodii kostek VT66D.

D01	JINGLE BELLS
D02	WE WISH YOU A MERRY CHRISTMAS
D03	CICHA NOC
D04	DLA ELIZY
D05	MUSIC BOX DANCER
D06	HAPPY BIRTHDAY TO YOU
D07	YOU LIGHT UP MY LIFE
D08	HOME, SWEET HOME
D09	CHANGING PARTNER
D10	YOU ARE MY SUNSHINE
D11	GREEN SLEEVES
D12	OLD MACDONALD HAVE A FARM
D13	CUCKOO WALTZ
D14	ROCK A BYE BABY
D15	IT IS A SMALL WORLD
D16	PARADE OF THE WOODEN SOLDIERS
D17	YANKEE DOODLE
D18	MARY HAD A LITTLE LAMB
D19	LONDON BRIDGE IS FALLING DOWN / THE TRAIN IS RUNNNING FAST
D20	ARE YOU SLEEPING?
D21	THE MORE WE GET TOGETHER
D22	OH! SUSANNAH
D23	I AM SO HAPPY
D24	MOONLIGHT ON THE COLORADO
D25	MY WAY
D26	LOVE STORY
D27	CRADLE SONG
D28	FLY BIRDIE, FLY
D29	KARINKA
D30	LAMBADA

W stanie spoczynku powinny pobierać mniej niż 0,5μA prądu. W praktyce kostki wersji S współpracują ze stykiem rozwiernym według **rysunku 3**.



Rys. 3. Typowy układ pracy kostek wersji S.



Rys. 4. Typowy układ pracy kostek wersji L.

Tab. 2. Lista melodii kostek VT66(A)S i VT66(A)L.

01	JINGLE BELLS
02	JINGLE BELLS / CICHA NOC
03	JINGLE BELLS / O TANNENBAUM / RUDOPH, THE RED - NOSE RETNDEER
04	DLA ELIZY
05	MUSIC BOX DANCE
06	HABBY BIRTHDAY TO YOU
07	EASTER PARADE
08	HOME, SWEET HOME
09	LET ME CALL YOU SWEET HEART
10	YOY ARE MY SUNSHINE
11	TWINKLE, TWINKLE LITTLE STAR
12	OLD MACDONALD HAD A FARM
13	THE CUCKOO WALTZ
14	ROCKA BY BABY
15	IT'S A SMALL WORLD
16	HE PARADE OF WOODEN SOLDIERS
17	YANKEE DOODLE
18	MARY HAD A LITTLE LAMB
19	LONDON BRIDGE IS FALLING DOWN
20	DZWONEK DO DRZWI
21	DING DONG
22	CONGRATULATION
23	MARSZ WESELNY
24	LOVE ME TENDER
25	MY WAY
26	LOVE STORY
27	LULLABY BRAHMS

Kostki w wersji L (np. VT66 L21) odtwarzają melodię wielokrotnie przez cały czas po dołączeniu zasilania. Typowe układy pracy podane są na **rysunku 4**.

Tabela 2 zawiera wykaz melodii. Kostki z numerami 20 i 21 znakomicie nadają się do roli dzwonków drzwiowych, mają bowiem zaprogramowaną nie tyle melodię, co sekwencję miłych dla ucha sygnałów.

Uwagi praktyczne

Kostki o większej wydajności prądowej (z literą A w oznaczeniu) są zalecane do sterowania głośnika. Jednak większą głośność można uzyskać nawet z układów o mniejszej wydajności prądowej. Przeprowadzone próby wykazały, iż zwykłe przetworniki piezo, na przykład takie jakie stosuje się w zegarkach, rzeczywiście nie dają zadowalających rezultatów. Znakomity efekt uzyskuje się natomiast stosując tanie krajowe przetworniki piezo z serii PCA-100 z aluminiową membraną, przeznaczone do syren alarmowych. Na przykład uzyskana głośność z powodzeniem wystarcza przy stosowaniu kostek w roli elektronicznego dzwonka do drzwi. Dzwonek taki, zasilany z dwóch alkalicznych paluszków R6 najlepiej jest zbudować używając kostki w wersji S oraz przycisku normalnie otwartego według rysunku 3a - układ zagra melodię po naciśnięciu i puszczeniu przycisku. Przy braku przycisku normalnie zwartego można wykorzystać układ z **rysunku 5**. Oczywiście wersja z rysunku 5a jest lepsza, bo bramka tranzystora MOSFET nie pobiera prądu, jednak przy braku tranzystora MOSFET można zastosować wersję z rysunku 5b, mając świadomość, że układ w spoczynku będzie pobierał około 100µA prądu. Przy dużym wzmocnieniu tranzystora, można drogą prób zwiększyć rezystancję R1.

Podczas prób przeprowadzonych w laboratorium okazało się przy okazji, iż niektóre badane egzemplarze kostek wersji S pobierają w spoczynku prąd rzędu kilku mikroamperów, to jest około dziesięć razy więcej niż podano w katalogu.

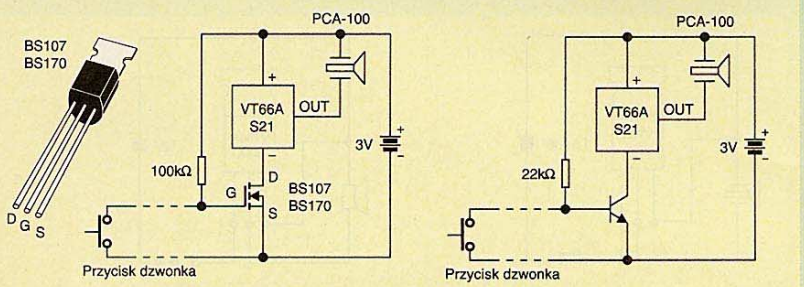
Nieporównywalnie większą głośność można uzyskać łącząc równolegle do membrany cewkę indukcyjną (dławik) o indukcyjności rzędu 30...50mH (włącznie dławika w szereg nie daje prawie żadnego rezultatu). Wymaga to jednak zastosowania dodatkowego tranzystora; przykładowy układ bardzo głośnego dzwonka drzwiowego pokazano na **rysunku 6**. Tranzystor powinien mieć duże dopuszczalne napięcie kolektor-emiter. Dobrze byłoby zastosować tranzystor o napięciu minimum 80V, na przykład BC546, ale w praktyce wystarczy popularny tranzystor typu BC107, BC237, BC547. Dla zmniejszenia poboru prądu można zastosować rezystor umieszczony między wyjściem kostki a bazą tranzystora, ograniczający prąd bazy do około 1...2mA.

Z uwagi na małą częstotliwość pracy wymagana jest duża indukcyjność dołączonej cewki, właśnie rzędu kilkudziesięciu milihenrów. Należy o tym pamiętać, bowiem popularne dławiki stosowane w układach impulsowych i w.cz. mają indukcyjność kilkudziesięciu mikrohenrów, czyli tysiąc razy za małą. Układ daje bardzo głośny dźwięk już z cewkami o indukcyjności rzędu 1mH, ale niepotrzebnie rośnie wtedy pobór prądu - do ponad 100mA.

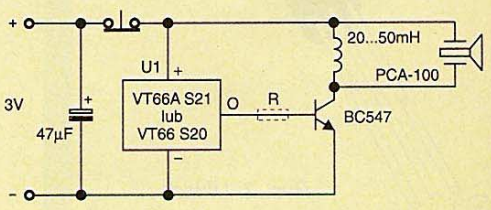
Przeprowadzone próby wykazały, iż zastosowanie cewki o indukcyjności kilkudziesięciu milihenrów i przetwornika PCA-100 rzeczywiście daje dźwięk głośny wręcz nie do wytrzymania, a pobór prądu przy napięciu zasilającym 3,0V wynosi około 20...30mA. Pomimo trudności ze zdobyciem odpowiedniej cewki, naprawdę warto wypróbować działanie układu z rysunku 6, ponieważ z przetwornikiem wyposażonym w dodatkową membranę daje on rewelacyjne efekty. Oczywiście należy wtedy zastosować baterie o odpowiednio dużej wydajności, na przykład dwa paluszki R6, ponieważ małe baterie litowe o napięciu 3V mogą mieć za małą wydajność prądową. Można też spróbować zasilić układ napięciem większym od podanego w katalogu, na przykład z trzech ogniw 1,5V. W tym układzie nawet membranka i cewka wymontowana z zepsutego zegarka elektronicznego da przyzwoitą głośność.

Takie eksperymenty warto przeprowadzić, nawet gdyby podczas prób kostka miała ulec uszkodzeniu (choć jest to mało prawdopodobne) - przy niskiej cenie kostek można śmiało pozwolić sobie na takie ryzyko.

Zbigniew Orłowski

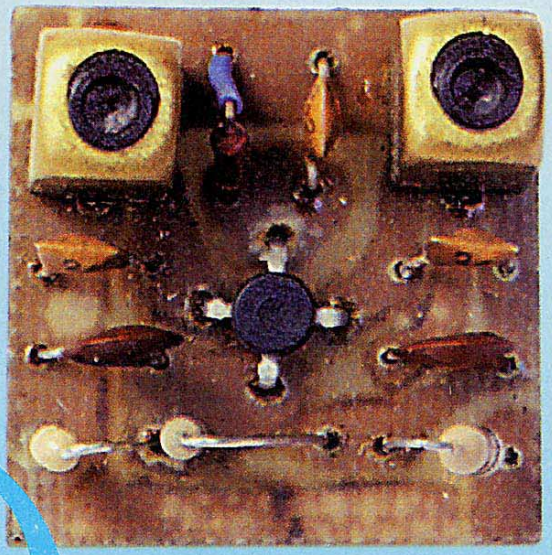


Rys. 5. Praktyczny układ dzwonka do drzwi.



Rys. 6. Zwiększanie głośności dźwięku.

Przedwzmacniacz antenowy CB



kit 2122 AVT

Do czego to służy?

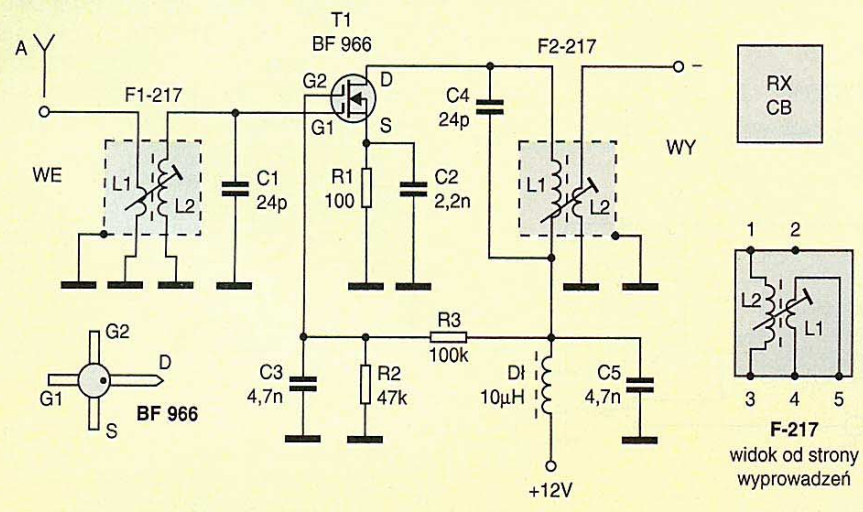
Odbiór słabych sygnałów CB z reguły jest utrudniony nie tylko ze względu na właściwości pasma obywatelskiego (zakłócenia od blisko zlokalizowanych stacji), ale również ze względu na niewystarczającą czułość odbiornika czy stosowanie anteny o małym zysku. W niektórych przypadkach radykalną poprawę czułości odbiornika (a zarazem umożliwienie odbioru stacji dalekiego zasięgu tzw. DX) może zapewnić prosty przedwzmacniacz antenowy włączony pomiędzy istniejącą antenę CB a wejście odbiornika. Należy od razu zaznaczyć, że stosowanie jakiegokolwiek wzmacniacza na wejściu przy obecności aktywnego sąsiada CB nic nie pomoże, a wręcz przeciwnie - może jeszcze spowodować dodatkowe utrudnienia na skutek przesterowania odbiornika. Proponowany przedwzmacniacz na pewno sprawdzi się w sprzęcie starszego typu z prostą anteną o małym zysku i wszędzie tam, gdzie nie występują zbyt duże sygnały w pasmie.

Jak to działa?

Schemat elektryczny proponowanego przedwzmacniacza antenowego przedstawiono na **rysunku 1**.

Sygnał z anteny CB jest podawany na uzwojenie sprzęgające filtru F1 zestrojonego na częstotliwość środkową pasma czyli na 27,2MHz. Z uzwojenia głównego filtru F1 sygnał odfiltrowany jest skierowany na bramkę pierwszą tranzystora polowego MOSFET T1 -BF966. Bramka druga jest spolaryzowana napięciem wytworzonym poprzez dzielnik rezystorowy R2 R3. Rezystor R1 służy do stabilizacji punktu pracy tranzystora oraz stanowi ograniczenie prądowe źródła. W obwodzie drenu tranzystora jest włączony filtr F2 (również zestrojony na częstotliwość środkową pasma CB). Z uzwojenia wtórnego tego filtru sygnał jest podany na wejście odbiornika CB.

Jako filtry F1 i F2 wykorzystano dwa obwody 7x7 typu 217, które pomimo że są przygotowane do pracy w układach pośredniej częstotliwości 10,7MHz mogą również pracować w wyższych zakresach. Przestrojenie obwodów osiągnięto dzięki kondensatorom C1 i C4 dobranym w taki sposób, aby z indukcyjnością



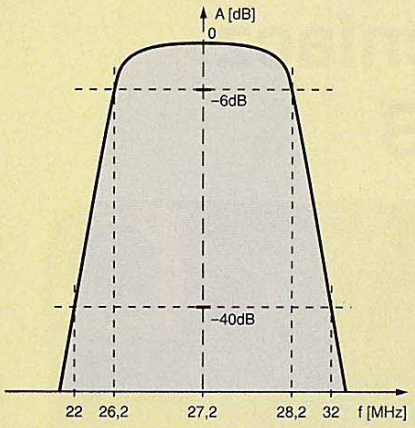
Rys. 1. Schemat ideowy przedwzmacniacza.

Podstawowe parametry przedwzmacniacza antenowego CB:

- wzmocnienie napięciowe: 20dB
- impedancja wejściowa: 50Ω
- impedancja wyjściowa: 50Ω
- napięcie zasilania: 9...12V
- pasmo przenoszenia: 26,2...28,2MHz
- wymiary płytki drukowanej: 30x30mm

Podstawowe parametry dwubramkowego tranzystora polowego MOSFET typu BF966 (Siemens, Philips):

• Uds:	15V (max 20V)
• Ugs:	4V
• Id:	7mA (max 30mA)
• f:	800MHz
• G:	25dB (przy 200MHz)
• Szumy:	1dB (przy 200MHz)
• K:	18mS
• Cwe:	2,2pF
• Cwy:	0,8pF

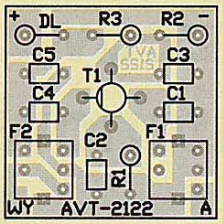


Rys. 2. Charakterystyka przenoszenia wzmacniacza.

główną filtru wytworzyć rezonans w pasmie 27MHz. Uzwojenie pierwotne tych filtrów o indukcyjności rzędu 1µH zawiera 10 zwojów drutu DNE 0,2, zaś uzwojenie sprzęgające 3 zwoje takiego samego drutu. Informacja ta może być istotna dla tych Czytelników, którzy będą chcieli akurat przewinąć inne typy filtrów i przystosować je do pracy w pasmie CB. Charakterystyka przenoszenia wzmacniacza jest przedstawiona na **rysunku 2**. Układ wzmacniacza można zasilać z oddzielnego zasilacza stabilizowanego 9...12V lub od razu ze współpracującego urządzenia CB (odbiornika bądź radiotelefonu).

Montaż i uruchomienie

Cały przedwzmacniacz został zmontowany na małej płytce drukowanej przedstawionej na wkładce. Mozaika ścieżek jest przystosowana do wyprowadzeń filtrów 217 i dlatego przy użyciu innych filtrów należy zwrócić uwagę na ich wyprowadzenia i skorygować albo ścieżki drukowane albo doprowadzenia przewodów od poszczególnych cewek. Rozmieszczenie elementów na płytce pokazano na **rysunku 3**.



Rys. 3. Płytka drukowana przedwzmacniacza antenowego CB.

Tranzystor T1 należy zamontować "na plecach" w kierunku zgodnym z opisem na płytce drukowanej. W tym celu należy wygiąć jego wyprowadzenia, uważając, aby nie uległy złamaniu.

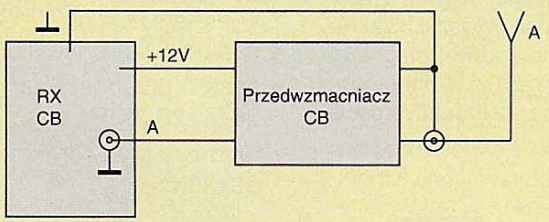
Po zmontowaniu układu uruchomienie sprowadza się do ustawienia rdzeni w cewkach na największą siłę odbieranego sygnału w.cz. Podłączenie przedwzmacniacza do odbiornika sprowadza się tylko do dołączenia anteny do wejścia przedwzmacniacza, jego wyjścia do wejścia antenowego odbiornika oraz zasilania (z odbiornika lub z oddzielnego zasilacza - **rys. 4**). Jeżeli istnieje miejsce wewnątrz urządzenia jest duża szansa na "upchnięcie" przedwzmacniacza do wnętrza urządzenia. Nieco bardziej skomplikowanie przebiega podłączenie przedwzmacniacza do radiotelefonu CB. Bez stosowania dodatkowych przekaźników podczas włączenia radiotelefonu na nadawanie mogą ulec uszkodzeniu zarówno elementy przedwzmacniacza jak i tranzystor wyjściowy radiotelefonu. Przykładowy sposób przełączania anteny pokazuje **rysunek 5**.

W układzie można zastosować jeden podwójny przekaźnik lub lepiej - ze względu na mniejsze pojemności - sprzęgające dwa oddzielne pojedyncze przekaźniki (rysunek). Uzwojenia przekaźników dobrze jest zblokować poprzez dodatkową diodę D (np 1N4148) oraz kondensator (rzędu 10nF). Dołączenia sygnałów w.cz. należy wykonać jak najkrótszą drogą za pośrednictwem koncentrycznego przewodu ekranowanego np. WL 50.

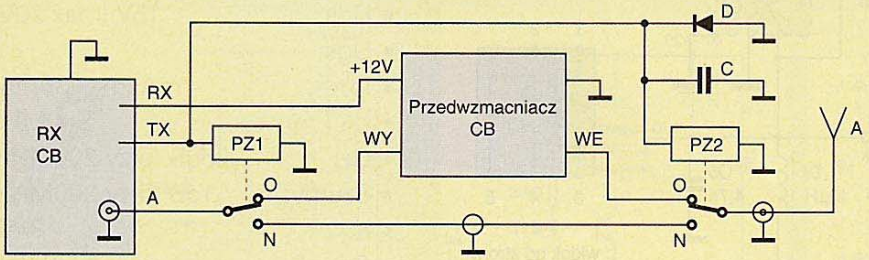
Proponowane rozwiązanie jest najprostsze i jest możliwe do realizacji, jeżeli istnieje możliwość wyprowadzenia z urządzenia dwóch napięć RX (napięcie zasilające odbiornik) i TX (napięcie zasilające nadajnik). W przeciwnym przypadku należy zainstalować jeszcze prosty układ automatycznego przełączania z chwilą pojawienia się sygnału w.cz. nadajnika, który będzie sterował przekaźnikiem.

Opisany układ po zmianie obwodów rezonansowych może być stosowany w innych zakresach częstotliwości (od fal długich aż po UKF).

Andrzej Janeczek



Rys. 4. Podłączenie przedwmacniacza do odbiornika.



Rys. 5. Podłączenie przedwzmacniacza do radiotelefonu.

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory
R1: 100Ω
R2: 47kΩ
R3: 100kΩ

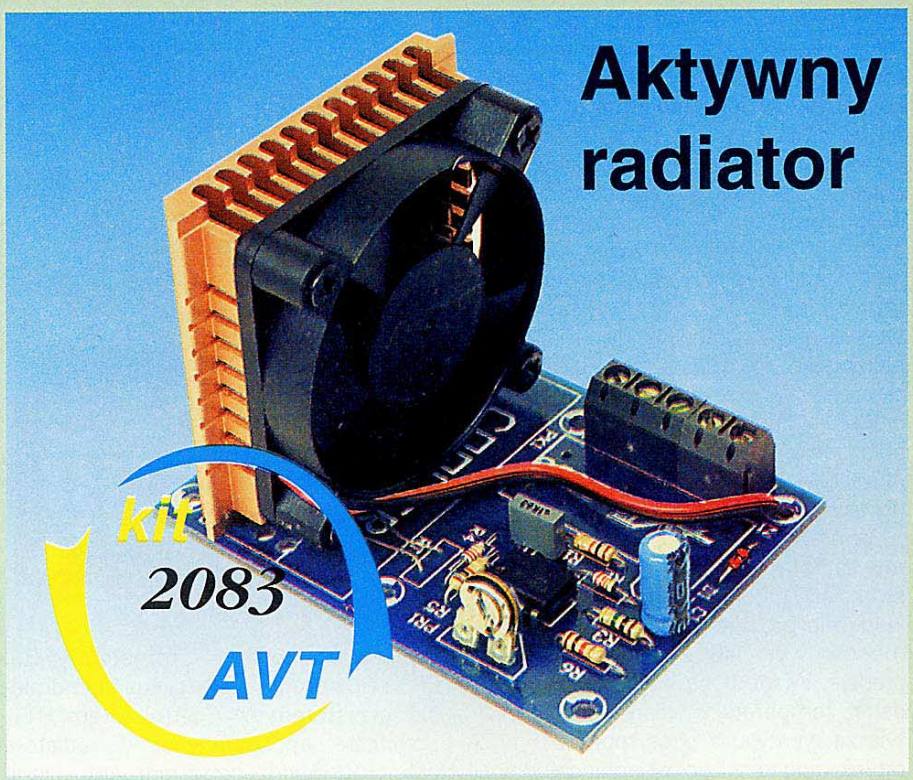
Kondensatory
C1, C4: 24pF
C2: 2,2nF
C3, C5: 4,7nF

Półprzewodniki
T1: BF966

Różne
Dł: 10µH
F1, F2: 217 (patrz tekst)

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako "kit szkolny" AVT-2122.

Aktywny radiator

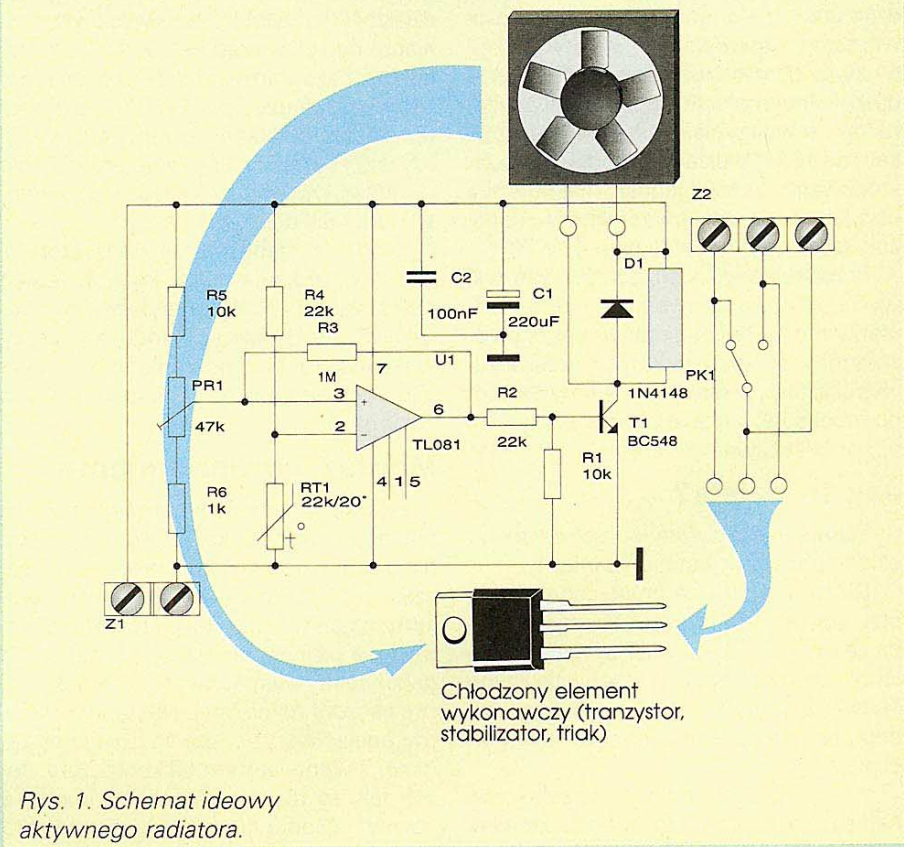


Do czego to służy?

Każdy układ elektroniczny, podobnie zresztą jak każdy obiekt, przez który płynie prąd elektryczny, nagrzewa się podczas pracy. W większości przypadków zjawisko to nie ma większego znaczenia, a nawet jest bardzo trudne do zauważenia bez wyspecjalizowanych przyrządów pomiarowych. Niekiedy jednak staje się poważnym problemem dla konstruktora, problemem wymagającym stosowania skomplikowanych i kosztownych rozwiązań. Mamy tu na myśli przede wszystkim wszelkiego rodzaju zasilacze stabilizowane, wzmacniacze dużej mocy i inne układy, przez które przepływają prądy o dużej wartości i na których odkłada się duża moc strat. Także komputery i ich zasilacze narażone są na uszkodzenie na skutek przegrzania. Każdy posiadacz komputera klasy PC zaznajomił się już z szumem wentylatora, chłodzącego zasilacz tej maszyny, ale nie każdy wie, że nowoczesne procesory (począwszy od 486DX-2) także wymagają stosowania specjalnych urządzeń chłodzących. Większość współcześnie produkowanych stabilizatorów napięcia i końcówek mocy wzmacniaczy m. cz. jest zabezpieczona przed zniszczeniem na skutek przegrzania ich struktury. Nie rozwiązuje to jednak problemu, ponieważ zabezpieczony układ wprawdzie nie ulegnie uszkodzeniu, ale jego praca zostanie poważnie zakłócona. Tak więc nie mamy wyjścia: wytwarzanego podczas pracy układu ciepła musimy jakoś się pozbyć, a jedyną znaną metodą jest odprowadzenie go do otoczenia. Do tego celu wykorzystujemy najczęściej radiatory, elementy mechaniczne mające na celu zwiększenie powierzchni, na której odbywa się proces przekazywania ciepła otoczeniu.

Na przykład w liniowych stabilizatorach napięcia wydzielanie się ciepła wynika wprost z zasady ich działania. Jeżeli w układzie pracuje stabilizator napięcia 5VDC zasilany napięciem 10VDC i pobieramy z niego prąd równy 4A, to moc strat w stabilizatorze wyniesie 20W. Czy jest to dużo, czy mało? Jest to moc typowej lutownicy amatorskiej, która jak wiadomo z łatwością topi nawet dość spore kawałki cyny, a więc raczej sporo. Bez stosowania chłodzenia element wykonawczy takiego stabilizatora albo uległby natychmiastowemu uszkodzeniu, albo zadziałałby układ zabezpieczający przed przegrzaniem i stabilizator wyłączyłby się.

Projektując zasilacz czy wzmacniacz mocy dobieramy do niego radiator obliczony dla najbardziej krytycznej sytuacji, który w każdym przypadku zapewni poprawna pracę urządzenia. Sęk w tym, że niezwykle rzadko układy takie pracują w ekstremalnych warunkach maksymalnego obciążenia. W większości przypadków z zasilacza o maksymalnym prądzie wyjściowym np. 3A pobieramy prąd rzędu kilku czy najwyżej kilkunastu miliamperów. Układy elektroniczne pobierają coraz mniej prądu, a w amatorskich konstrukcjach cyfrowych królują układy CMOS, które przy małych szybkościach pracy pobierają prąd trudny do zmierzenia. Z drugiej strony, od czasu do czasu możemy potrzebować większych prądów i konstruowanie zasilacza o maksymalnym prądzie wyjściowym rzędu miliamperów nie ma sensu. Czy więc rzeczywiście skazani jesteśmy na "ozdabianie" naszych konstrukcji wielki-



Rys. 1. Schemat ideowy aktywnego radiatora.

mi i kosztownymi radiatorami? Bynajmniej, możemy przecież zastosować wymuszony obieg powietrza wokół stosunkowo niewielkiego radiatora. Rozwiązanie takie nadaje się przede wszystkim do wszelkiego rodzaju zasilaczy, ale można także pomyśleć o zastosowaniu go w konstrukcjach wzmacniaczy akustycznych wielkiej mocy. W takim rozwiązaniu radiator wyposażony jest w wentylator wymuszający szybką wymianę powietrza wokół urządzenia. Nie ma jednak najmniejszego sensu, aby wentylator ten pracował bez przerwy. Nawet najlepiej skonstruowany układ wymuszonego chłodzenia wytwarza szumy, które na dłuższą metę mogłyby być denerwujące dla użytkownika.

W proponowanym układzie przyjęliśmy zatem następujące założenia konstrukcyjne. Podczas normalnej pracy, kiedy nie grozi jeszcze przegrzanie elementów wykonawczych, wentylator nie pracuje. W momencie przekroczenia zadanej temperatury układ elektroniczny włącza wentylator, który obniża temperaturę radiatora i po osiągnięciu dolnej granicy temperatury wyłącza się. W układzie występuje histereza rzędu kilku stopni Celsjusza. Jej zmniejszanie nie ma większego sensu: układy elektroniczne pracują najlepiej w ustalonych warunkach cieplnych i ustawiczne ich nagrzewanie i chłodzenie mogłoby niekorzystnie wpłynąć na ich trwałość. Tak więc układ pracuje właściwie jako termostat.

Układ aktywnego radiatora jest urządzeniem w pełni uniwersalnym, umożliwiającym sterowanie wentylatorami o nawet bardzo dużej mocy. Na płytce drukowanej znajduje się miejsce na przekaźnik o wytrzymałości prądowej styków do 16A! W układzie modelowym zastosowany został jednak najmniejszy osiągalny radiator i wentylator: zespół chłodzący od procesora typu 486DX.

Proponowany układ będziemy mogli wykonać w dwóch wersjach: jako kompletny moduł radiatora aktywnego, przeznaczony do zastosowania w zasilaczu, wyposażony w radiator z wentylatorem od procesora, lub jako układ sterujący innego rodzaju wentylatorem.

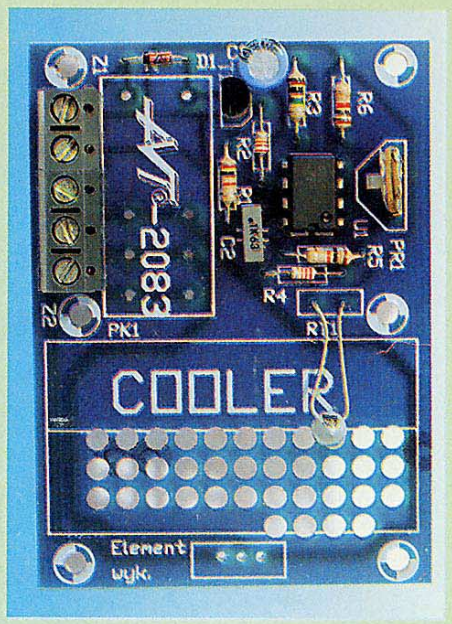
Jak to działa?

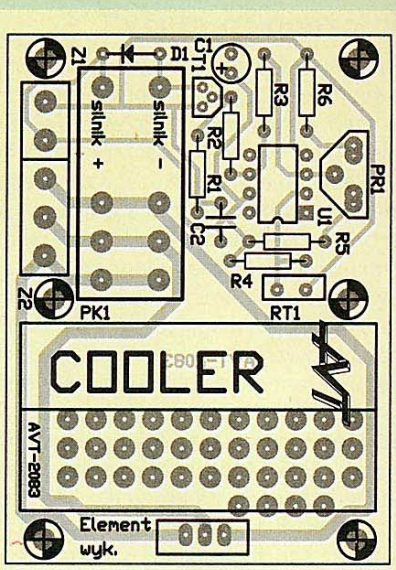
Schemat elektryczny proponowanego układu pokazany jest na **rysunku 1**.

Od razu widać, że prostszego układu stabilizatora temperatury nie da się chyba zbudować. Sercem układu jest popularny i tani wzmacniacz operacyjny typu TL081, ale można użyć w układzie każdego typowego wzmacniacza, nawet archaicznego 741.

Wzmacniacz porównuje ze sobą dwa napięcia: jedno tworzone przez dzielnik napięcia zbudowany z rezystorów R5, PR1 i R6 i drugie odkładające się pomiędzy rezystorem R4 i termistorem RT1. Termistor zamocowany jest do radiatora w pobliżu chłodzonego elementu i jego oporność maleje podczas nagrzewania się. W momencie kiedy napięcie na końcówce 2 wzmacniacza operacyjnego spadnie poniżej napięcia ustawionego na kocówce 3, to na wyjściu 6 pojawi się napięcie prawie równe napięciu zasilania. Konsekwencją tego faktu będzie przewodzenie tranzystora T1 i włączenie silnika wentylatora. Temperatura radiatora zacznie spadać i kiedy dojdzie do wartości o kilka stopni większej od progu zadziałania wentylatora na wyjściu wzmacniacza napięcie spadnie do ok. 1,5V. Ponieważ baza tranzystora T1 zasilana jest z dzielnika napięcia R1 i R2 tranzystor ten zostanie zatkany i wentylator wyłączy się. Temperatura radiatora zacznie wzrastać, osiągnie próg zadziałania wentylatora i tak dalej i tak dalej....

Dioda D1 zabezpiecza tranzystor T1 przed uszkodzeniem na skutek przepięć powstających podczas wyłączania przekaźnika PK1. Montowanie tej diody w przypadku bezpośredniego sterowania wentylatorem od procesora nie jest konieczne.





Rys. 2. Płytka drukowana.

Montaż i uruchomienie

Rozmieszczenie elementów na płytce pokazano na **rysunku 2**. Montaż układu nie zajmie z pewnością nikomu więcej czasu niż kilka minut. W płytkę wlutowujemy najpierw rezystory i (ewentualnie) diodę a później elementy o większych gabarytach. Montaż termistora odkładamy na razie na później. Następnie musimy podjąć decyzję, czy zastosujemy radiator z wentylatorem od komputera. Jeżeli tak, to nie montujemy przekaźnika i diody. Moduł radiator - wentylatora można zamocować na płytce (wentylatorem w stronę elementów) za pomocą małych kątowników wykonanych z blachy, lub po prostu przykleić go do płytki klejem silikonowym. Termistor musi mieć bezpośredni kontakt z radiatorem i najlepiej wsunąć go pomiędzy jego żebra, zabezpieczając przed przesunięciem kroplą doskonale przewodzącego ciepło kleju silikonowego. Przewody zasilające silnik wentulatora wlutowujemy w płytkę w oznaczonych miejscach, pamiętając o zachowaniu prawidłowej biegunowości (czerwony przewód do plusa zasilania).

Cd. na str. 51

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory
PR1: 47kΩ, potencjometr montażowy
RT1: 22kΩ/20°C, termistor NTC
R1, R5: 10kΩ
R2, R4: 22kΩ
R3: 1MΩ
R6: 1kΩ

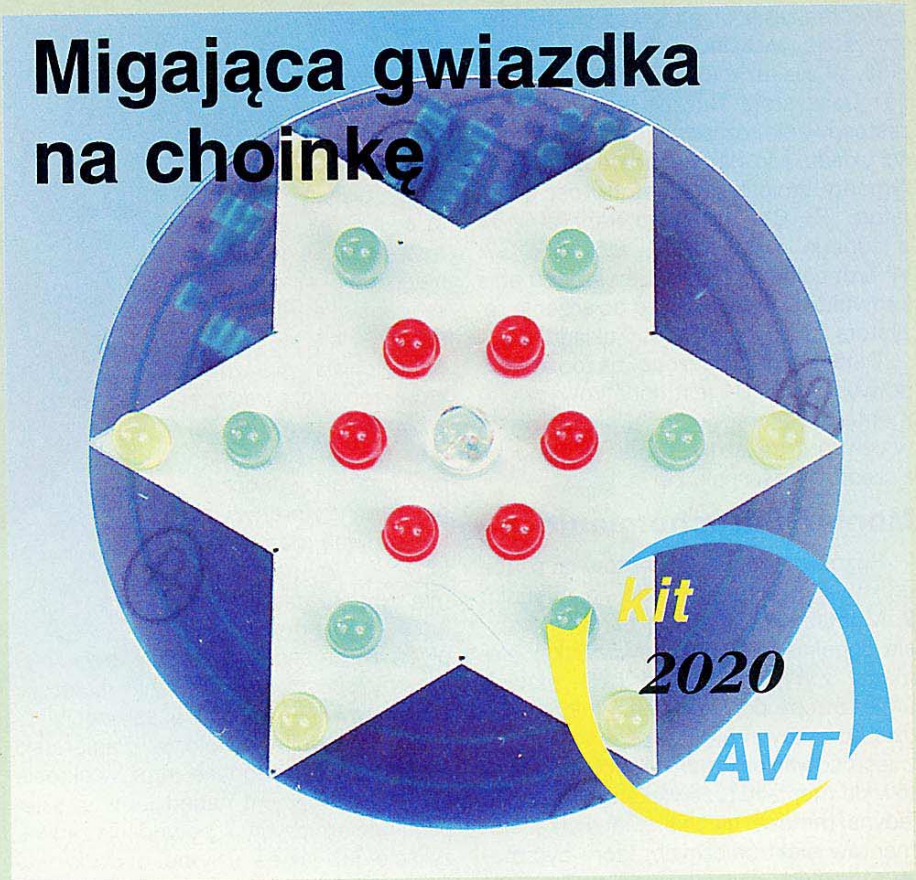
Kondensatory
C1: 220µF/16V
C2: 100nF

Półprzewodniki
D1: 1N4148
T1: BC548 lub podobny
U1: TL081

Różne
Z1: ARK2
Z2: ARK3
Wentylator do procesora *
Przekaźnik typu RM83P/12V *

* elementy nie wchodzące w skład kitu AVT-2083.

Migająca gwiazdka na choinkę



Do czego to służy?

Odpowiedź na to pytanie może dać każde dziecko: jasne, że do ozdobienia bożonarodzeniowej choinki! Wprawdzie do Świąt zostało jeszcze parę dni, ale już teraz należy pomyśleć, co my, elektronicy, możemy zrobić dla swojego rodzeństwa i innych domowników. Różne elektroniczne "błyskotki" szczególnie dobrze nadają się na ozdoby choinkowe i posiadają jedną, wielką zaletę: w odróżnieniu od zasilanych z sieci lampek czy będących często przyczyną pożaru zimnych ogni, są całkowicie bezpieczne w użyciu. Natomiast odpowiedź na pytanie, czy zimne światło diod świecących jest równie miłe i nastrojowe jak światło świec, jest już sprawa indywidualnego gustu. Czy jednak ktoś tego chce, czy nie, postępu techniki i wywołanych nim zmian w naszych obyczajach nie zatrzymamy.

Proponowany układ został opracowany z myślą o początkujących elektronikach, nawet takich, którzy po raz pierwszy wezmą lutownicę do ręki. Zrealizowany na zaledwie jednym układzie scalonym "układzik" może zostać zmontowany w parę minut, a zakup użytych do jego budowy części z pewnością nie nadszarpnie przedświątecznego budżetu domowego.

Ozdobienie choinki nie jest jedynym zastosowaniem naszej gwiazdki. Nadaje się ona doskonale jako fragment bożonarodzeniowej reklamy w witrynie sklepu czy w firmie.

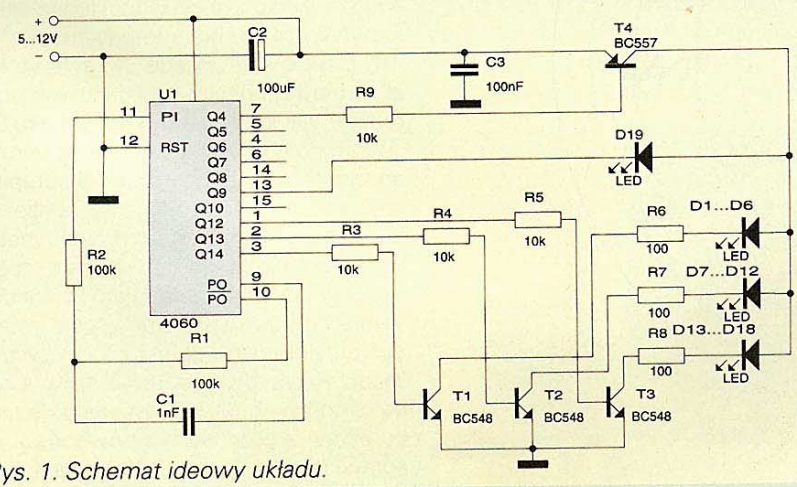
Jak to działa?

Schemat elektryczny gwiazdki został przedstawiony na **rysunku 1**.

Sercem układu jest układ scalony 4060 wykonany w technologii CMOS. Spotykamy się z nim nie po raz pierwszy, był on już wykorzystywany w projektach serii 2000 kilka razy. Przypomnijmy sobie jednak jego podstawowe parametry. 4060 jest układem zawierającym w swojej strukturze dwa bloki funkcjonalne: układ generatora RC i binarny dzielnik częstotliwości o maksymalnym stopniu podziału 2^{14}, czyli 16384. Generator może być stabilizowany za pomocą rezonatora kwarcowego i właśnie taką jego aplikację już wykorzystaliśmy. W naszym układzie stabilizacja kwarcowa jest oczywiście zupełnie zbędna i elementami decydującymi o częstotliwości pracy generatora są wyłącznie elementy RC: R1, R2 i C1. Generator połączony jest wewnątrz struktury układu scalonego z czternastostopniowym licznikiem binarnym. Do sterowania zasilaniem diod wykorzystamy trzy najstarsze wyjścia tego licznika: Q12, Q13 i Q14. Stany logiczne na tych wyjściach będą się zmieniać tak, jak pokazano w **tabeli 1**.

Łatwo zauważyć, ze podczas jednego cyklu pracy licznika na używanych przez nas wyjściach pojawią się wszystkie możliwe kombinacje stanów logicznych. Do wyjść licznika dołączone są za pośrednictwem rezystorów ograniczających prąd pobierany z układu U1 trzy tranzystory: T1, T2 i T3. Każdy z tych tranzystorów zasila "od minusa" zespół złożony z sześciu diod LED. Zapalające się w różnych kombinacjach trzy takie zespoły zrealizują wszystkie możliwe do osiągnięcia zestawienia kolorów. Użycie w układzie diod w kolorach RGB (czerwony, zielony, niebieski) dałoby najlepszy efekt mieszania barw metodą addytywną, lecz z powodu wysokich cen diod niebieskich spowodowałoby znaczne podwyższenie kosztów wykonania układu.

Jednym z założeń konstrukcyjnych przyjętych podczas projektowania układu był mały pobór prądu. Tranzystor T4 sterowany jest z wyjścia Q4 U1, na którym częstotliwość przebiegu prostokątnego jest znacznie wyższa od maksymalnej częstotliwości migotania diod jaką może zaobserwować ludzkie oko. Tran-



Rys. 1. Schemat ideowy układu.

Tab. 1.

Krok	Q14	Q13	Q12
1	L	L	L
2	L	L	H
3	L	H	L
4	L	H	H
5	H	L	L
6	H	L	H
7	H	H	L
8	H	H	H

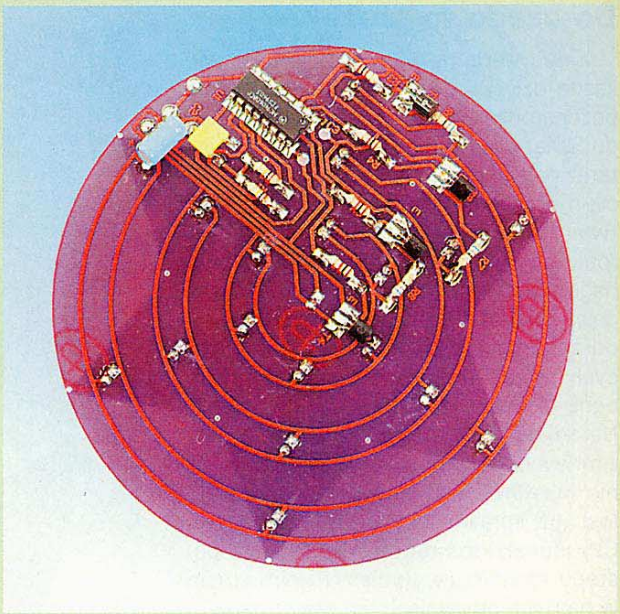
zystor ten zasila od strony plusa zasilania wszystkie aktualnie włączone zespoły diod. W zasadzie układ mógłby obyć się bez tranzystora kluczującego T4. Jego zastosowanie rozszerza jednak możliwości układu. Można przeprowadzić eksperymenty, zmieniając częstotliwość generatora (R1 C1) i sterując tranzystor T4 z jednego z wyjść Q4, Q5, Q6, Q7. W tym celu na płytce przewidziano pola lutownicze, umożliwiające dołączenie rezystora R9 do nóżek 4, 5, 6 układu U1.

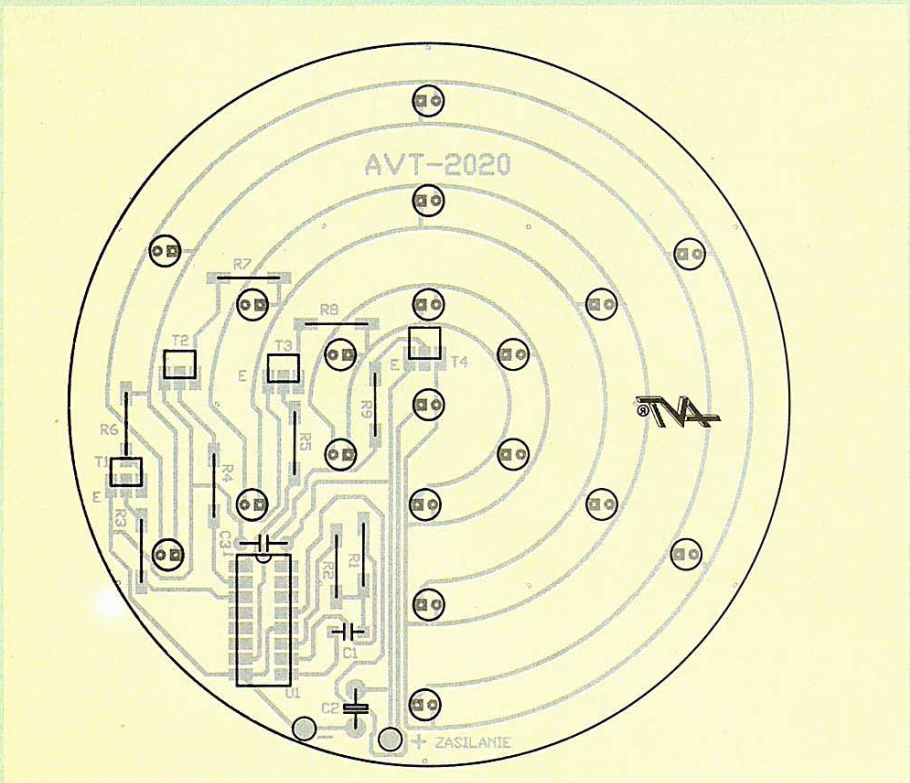
Dioda D19 dołączona bezpośrednio do wyjścia Q9 U1 jest dodatkowym elementem dekoracyjnym, umieszczonym w centrum gwiazdki. Dioda ta migocze z częstotliwością ok. 20Hz.

Montaż i uruchomienie

Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej przedstawiono na **rysunku 2**. Montaż układu będzie bardzo prosty, ale zupełnie nietypowy: wszystkie elementy z wyjątkiem diod LED zostaną umieszczone od strony lutowniczej. Będzie to jakby montaż "pseudo SMD", z zastosowaniem normalnych elementów do montażu przewlekanego. Była to jedyna metoda ukrycia pod płytką elementów elektronicznych, które być może szpeciłyby naszą gwiazdkę. Zastosowanie podzespołów SMD z pewnością znacznie utrudniłoby, a początkującym konstruktorom nawet uniemożliwiłoby wykonanie układu.

Zanim jednak cokolwiek przylutujemy do płytki musimy zastanowić się nad sposobem wykończenia naszej gwiazdki. Dostarczona w kicie płytka ma stronę opisowa w kolorze granatowym z naniesionym na nią rysunkiem gwiazdy sześcioramiennej w kolorze białym. W zasadzie nie są więc potrzebne jakiekolwiek zabiegi upiększające naszą zabawkę. Nie każdemu musi się jednak podobać biała gwiazdka, która zgodnie z tradycją powinna być raczej srebrna lub złota. Najprostszą, ale jednocześnie najmniej precyzyjną i efektowną metodą byłoby wymalowanie gwiazdy w żądanym kolorze na powierzchni płytki. Autor chciałby zaproponować nieco inny sposób wykończenia gwiazdki: z zastosowaniem papieru samoprzylepnego w dowolnym kolorze. Papier taki z łatwością (szczególnie teraz w okresie przedświątecznym) nabędziemy w sklepach papierniczych. Z pewnością zauważyliście już jakieś dziwne otworki wywiercone w płytce i pozornie do niczego nie służące, umiejscowione w węzłowych punktach rysunku gwiazdy. Zaraz dowiemy się, do czego one będą potrzebne. Kolejność postępowania będzie następująca. Całą powierzchnię płytki oklejamy papierem samoprzylepnym. Jeżeli podczas naklejania papieru pozostaną pod nim bąbelki powietrza, to możemy łatwo je usunąć nakłuwając papier cienką igłą i wyduszając powietrze spod papieru. Następnie odwracamy płytkę i cienką igłą nakłuwamy papier poprzez te tajemnicze otworki w płytce. W ten sposób zaznaczyliśmy na papierze wszystkie węzłowe punkty rysunku gwiazdy, której zarys wystarczy teraz naciąć ostrym nożem i usunąć zbędne kawałki papieru. W papierze musimy także przekłuć otwory, przez które później przewleczemy nóżki diod świecących. Srebrna lub złota gwiazda na granatowym tle będzie z pewnością bardzo efektowna, ale co powiecie na kolor żółty? Żółty i ciemnoniebieski to barwy naszej, przepraszam, Waszej firmy - AVT!

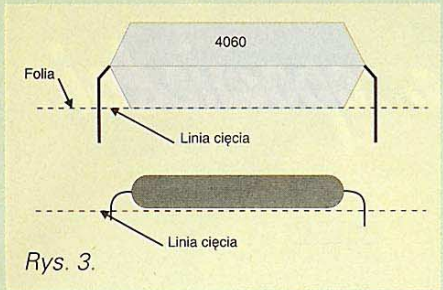




Rys. 2. Płytka drukowana (w skali 80%).

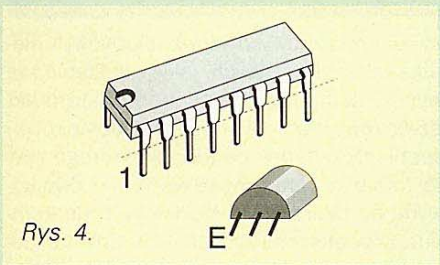
Przed montażem dostarczone w kicie podzespoły musimy odpowiednio spreparować. Zacznijmy od układu scalonego, którego nóżki musimy "przystrzyc" równo z jego dolną powierzchnią. Czynność tą możemy wykonać za pomocą ostrych nożyczek lub specjalnej obcinarki do końcówek podzespołów. Pamiętajmy jednak, że układ 4060 wykonany jest w technologii CMOS i musimy uważać, aby nie uszkodzić go ładunkami elektrostatycznymi. Dobrą metodą może okazać się wpięcie układu w kawałek folii aluminiowej i obcinanie końcówek przez tę folię, tak jak pokazano na **rysunku 3**.

Po przygotowaniu układu scalonego do montażu musimy podobnie spreparować rezystory. Końcówki tych podzespołów zaginamy pod kątem prostym i obcinamy ok. 1 mm od ich krawędzi(patrz rys. 3). Podobnie postępujemy z kondensatorami i tranzystorami, które muszą być przylutowane do płytki w pozycji leżącej. Przylutowanie rezystorów i kondensatorów będzie wymagało jedynie odrobiny zręczności i z pewnością nie sprawi nikomu kłopotu. Natomiast mon-



Rys. 3.

taż układu scalonego musimy przeprowadzić zgodnie z zasadami lutowania układów SMD, przyklejając go najpierw do płytki. Do tego celu możemy użyć praktycznie dowolnego kleju, ponieważ jego zadaniem nie będzie mocowanie układu do płytki, ale jedynie stabilizacja jego położenia podczas lutowanie. Nie polecamy jedynie klejów typu Cyjanopan



Rys. 4.

czy Super Glue ze względu na ich zbyt krótki czas krzepnięcia. Układ scalony przyklejamy dokładnie pośrodku pól lutowniczych i po zaschnięciu kleju lutujemy jego końcówki. Przed przyklejeniem i przylutowaniem układu scalonego musimy upewnić się, czy został on umieszczony na płytce we właściwym kierunku. Położenie pierwszej nóżki układu zostało zaznaczone na płytce, podobnie jak punkty lutownicze emiterów tranzystorów. Rozkład wyprowadzeń tych elementów został pokazany na **rysunku 4**.

Jako ostatnie lutujemy diody świecące. Musimy tu pamiętać o jednej zasadzie: w jednej grupie diod, zasilanej przez jeden tranzystor i rezystor szeregowy nie wolno mieszać ze sobą kolorów diod!

Po zmontowaniu układ nie wymaga jakichkolwiek czynności uruchomieniowych i "odpala" natychmiast. Można jedynie poeksperymentować z doborem wartości rezystorów R1 i R2 lub kondensatora C1, uzyskując różną częstotliwość migotania diod.

Układ może być zasilany z dowolnego zasilacza prądu stałego o napięciu 5...12V. Ze względu na bardzo mały pobór prądu można także zastosować baterię (lub cztery bateryjki R6 umieszczone w koszyczku).

WYKAZ ELEMENTÓW

Rezystory
R1, R2: 100kΩ
R3, R4, R5, R9: 5,6kΩ
R6, R7, R8: 100Ω

Kondensatory
C1: 1nF
C2: 100µF/16V
C3: 100nF

Półprzewodniki
D1...D19: LED 8mm w trzech kolorach (po 6 każdego koloru + jedna o podwyższonej jasności)
T1, T2, T3: BC548
T4: BC557
U1: 4060

Basia Raabe
Zbigniew Raabe

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako "kit szkolny" AVT-2020.

Cd. na str. 51

Jeżeli moduł radiatora aktywnego będziemy wykorzystywali w zasilaczu, to najprawdopodobniej element wykonawczy (tranzystor mocy, scalony stabilizator) będzie "zapakowany" w obudowę typu TO-220. Wielkim ułatwieniem w montażu tego elementu są dodatkowe punkty lutownicze (Element dod.) umieszczone na płytce i połączone ze złączem Z2. Pewien kłopot może sprawić konieczność przykręcenia tranzystora (lub stabilizatora) do radiatora, połączona z demontażem modułu. Konieczność? A od czego mamy klej silikonowy, tak ostatnio reklamowany przez autora? Pamiętajmy tylko, że element wykonawczy musimy przykleić do radiatora przed zamocowaniem modułu radiator - wentylator do płytki.

Zmontowany układ wymaga jeszcze prostej regulacji. W tym celu radiator musi zostać nagrzany, najlepiej w sposób naturalny: przez dołączenie obciążenia do elementu wykonawczego. W momencie kiedy temperatura wzrośnie do np. ok. 60°C pokręcając potencjometrem montażowym PR1 uzyskujemy efekt włączenia się wentylatora. W tym momencie nasz układ jest gotowy do pracy.

Autor wykonał następujące próby, potwierdzające w praktyce przydatność opisanego urządzenia.

1. Typowy stabilizator scalony 7805 został dołączony do napięcia 18V i obciążony prądem 900mA. Zabezpieczenie termiczne zadziałało prawie natychmiast, redukując prąd wyjściowy.

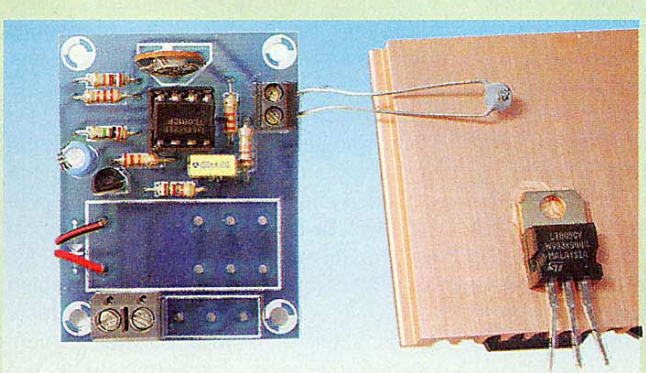
2. Ten sam stabilizator został przyklejony do radiatora i obciążony identycznym prądem przy odłączonym od układu wentylatorze. Tym razem stabilizator uległ przegrzaniu po ok. 4min. Radiator był tak gorący, że nie można go było dotknąć ręką!

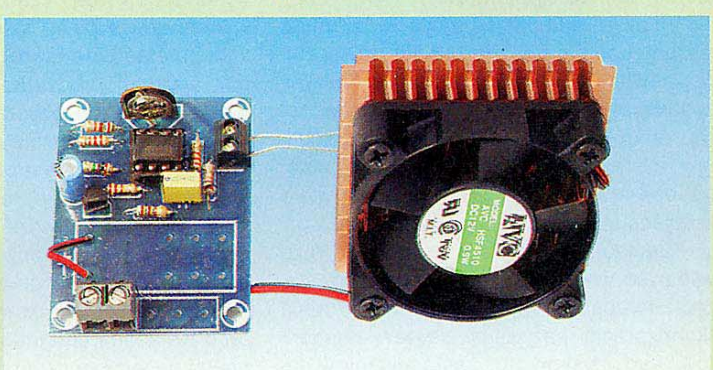
3. Po dołączeniu wentylatora stabilizator pracował poprawnie przez wiele godzin, a temperatura radiatora nie przekroczyła 40°C!

Układ współpracujący z wentylatorem od procesora musi być zasilany napięciem 12VDC.

Zbigniew Raabe

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako "kit szkolny" AVT-2083.





Komputerowe opowieści

Dlaczego właśnie IBM PC?

Komputery IBM PC, a właściwie niezliczone ich kopie stanowią obecnie najliczniejszą grupę komputerów na świecie. Do jakiegokolwiek kraju pojedziesz, zawsze znajdziesz w nim te maszyny. Ale dlaczego tak się stało, mimo ogromnej konkurencji na rynku sprzętu elektronicznego? Wiele firm opracowało konstrukcje komputerów osobistych, ale walkę z konkurencją wygrał właściwie tylko jeden. Złożyło się na to kilka powodów.

Pierwszy genialny pomysł firmy IBM

Kiedy powstał pierwszy komputer IBM PC, zdobył on od razu duże uznanie. Mimo dużej konkurencji sprzedawał się dobrze, ale nic jeszcze nie wróżyło mu tak oszałamiającej kariery. I wtedy "BIG BLUE" (Błękitny Kolos, nazywany tak od koloru liter na znaku firmowym) - IBM zrobiła posunięcie, które wielu ludziom nasunęło myśl, że jej menażerowie oszaleli. IBM opublikowała wszystkie dane techniczne i schematy nowego komputera, dane które zawsze były najpilniej strzeżoną tajemnicą producentów. Jednak bardzo szybko ludzie przestali się dziwić. Po opublikowaniu schematów IBM PC setki firm, głównie dalekowschodnich, na Tajwanie czy w Singapurze, zaczęło produkować kopie tej maszyny. Komputer jest wart tyle, ile warte jest jego oprogramowanie, a firmy je produkujące zaczęły natychmiast pisać programy na ten właśnie komputer. Napływ nowego oprogramowania spowodował wzrost produkcji komputerów, a ta dalszy rozwój oprogramowania. I tak to koło kręci się do dzisiaj. Dla giganta, jakim jest IBM, kopiowanie jego wyrobów nie spowodowało właściwie żadnych strat. IBM nastawiona jest głównie na produkcję wielkich komputerów, a produkcja PC stanowi jedynie ułamek jej działalności. Na rynku amerykańskim, najważniejszym dla IBM, oryginalne IBM PC sprzedawały się dalej znakomicie.

Drugi genialny pomysł firmy IBM

Cała konstrukcja IBM PC została zaprojektowana w formie "klocków", które tak jak Lego możemy łączyć ze sobą w różnych kombinacjach. Do zainstalowania nowych elementów lub wymiany starych, potrzebny jest jedynie śrubokręt i może to wykonać osoba zupełnie nie znająca się na technice, nawet dziecko. Obudowa tej maszyny została zaprojektowana tak, że nawet teraz, po upływie prawie 15 lat rozwoju techniki, możemy zmieścić w niej wszystkie potrzebne elementy. To wszystko dało wiele korzyści, które wymienię niżej.

Kupując komputer nie musimy od razu wydawać wielkich pieniędzy. Możemy nabyć komputer w skromnej konfiguracji (konfiguracją nazywamy zestaw elementów, kart, dysków itp. zastosowany w danym komputerze), a następnie, w miarę zdobywania pieniędzy, dokupywać i montować kolejne elementy. Np. możemy kupić komputer z tanim, małym twardym dyskiem, a po pewnym czasie dokupić drugi, większy. Kiedy zdobędziemy pieniądze, kupujemy np. CD ROM. otwieramy obudowę, przykręcamy dwie śrubki i gotowe!

W przypadku uszkodzenia wymieniamy jedynie popsuty element a nie całą, kosztowną płytę.

W miarę rozwoju techniki możemy swobodnie wymieniać przestarzałe elementy lub dodawać nowe. W chwili obecnej komputer w nowoczesnej konfiguracji kosztuje wraz z monitorem co najmniej 30 mln. starych złotych i niestety, stanie się przestarzały po roku. Gdyby nie konstrukcja modułowa, to po tym czasie musielibyśmy sprzedać całą maszynę za nędzne grosze i kupić nowy za kolejne kilkadziesiąt milionów.

Teraz już wiesz, dlaczego komputery IBM PC zwycięsko walczą z konkurencją przez tyle lat.

Jak liczą komputery?

A co to nas właściwie obchodzi? My chcemy bawić się grami, czasami napisać jakiś prosty tekst i go wydrukować. Po co mamy wdawać się w tak skomplikowane rozważania? Przyjmijmy po prostu że w komputerze siedzą krasnoludki i to one wykonują za nas "czarną robotę"! Racja, w komputerze rzeczywiście siedzą krasnoludki (niektóre są raczej złośliwymi gnomami), ale mimo wszystko warto dowiedzieć się czegoś o ich obyczajach. Pamiętajmy bowiem, że niezależnie co robimy na komputerze, bawimy się grami czy prowadzimy poważne prace projektowe, to co widzimy na ekranie jest zawsze rezultatem miliardów obliczeń wykonanych przez maszynę. Kiedy walczysz z kosmitami, krew ścieka z monitora i z głośników słychać jęki ginących tysiącami androidów, to wszystkie te efekty są jedynie rezultatem mrówczej pracy komputerowych krasnoludków, nieustannie obliczających, jakie polecenie ma wysłać komputer do monitora i jaki efekt dźwiękowy ma odtworzyć karta dźwiękowa. Jest jeszcze jeden powód, dla którego warto napisać parę słów o systemie dwójkowym, bo takim właśnie posługuje się komputer. Większość Czytelników EdW to początkujący elektronicy, a dla nich znajomość systemu binarnego jest tak ważna, jak dla pisarza znajomość alfabetu.

Dwoma bardzo ważnymi wynalazkamii w historii cywilizacji są: pismo alfabetyczne i pozycyjny zapis liczb. Zanim wynaleziono pismo alfabetyczne, ludzie próbowali zapisywać swoje myśli używając dla każdego słowa osobnego znaku, podobnie jak do dzisiaj czynią Chińczycy i Japończycy. Było to jednak bardzo niepraktyczne ponieważ ilość znaków (tzw. hieroglifów) nieustannie wzrastała, na każde nowe pojęcie trzeba było wymyślać nowy znak. Znajomość pisma była dostępna jedynie dla bardzo nielicznej grupy wykształconych ludzi, przeważnie kapłanów. Alfabet, a właściwie zestaw hieroglifów chińskich liczy około 350 tysięcy znaków. Czy wyobrażasz sobie, co cierpią chińskie i japońskie dzieci w szkołach? Spróbuj nauczyć się tylu znaków zamiast niecałych trzydziestu, używanych w piśmie fonetycznym, gdzie litera odpowiada określonemu dźwiękowi, a nie pojęciu.

Podobne kłopoty mieli niegdyś ludzie z liczbami. No bo jak wymyślić osobny znak dla każdej liczby, jeżeli tych liczb jest nieskończenie dużo? Jak wykonywać na tych liczbach działania matematyczne? Do czasu wynalezienia pozycyjnego systemu zapisu liczb matematyka praktycznie nie istniała. Tysiące lat temu, w Indiach dokonano tych dwóch wynalazków, które umożliwiły rozwój kultury i cywilizacji świata: pisma alfabetycznego i dziesiętnego zapisu liczb. O ile pismo alfabetyczne jest w zasadzie doskonałe, to wraz z wynalezieniem komputerów zapis dziesiętny zaczął być

niewygodny. Dzisiaj praktycznie wszystkie obliczenia w świecie wykonywane są w systemie dwójkowym, a jedynie ich wyniki, dla wygody ludzi tłumaczone są przez kalkulatory czy komputery na system dziesiętny.

Aby zrozumieć zasadę systemu dwójkowego, najpierw musisz zrozumieć na czym polega system dziesiętny, którym posługujemy się na co dzień, nie bardzo zdając sobie sprawę, co właściwie robimy. A więc do dzieła!

1234

Napisałem jakąś liczbę. Ty na pewno ją odczytałaś i wiesz, że napisałem "tysiąc dwieście trzydzieści cztery". Dlaczego właściwie tak właśnie czytamy liczby, przecież 1234 to razem 1+2+3+4 czyli raptem 10, a nie przeszło tysiąc! Spróbujmy przeczytać tą liczbę inaczej: "Jeden tysiąc, dwie setki, trzy dziesiątki i cztery jednostki". Trochę to dziwnie brzmi, ale wszystko się zgadza. I tu dochodzimy do sedna sprawy: system dziesiętny jest systemem *pozycyjnym*, czyli że na kolejnych pozycjach, od prawej do lewej zapisujemy kolejno: jednostki, dziesiątki, setki, tysiące, dziesiątki tysięcy, setki tysięcy, miliony i tak dalej.

Teraz zastanówmy się co to są setki, tysiące, dziesiątki tysięcy, co właściwie oznaczają te kolejne pozycje? Jednym z działań w matematyce jest *potęgowanie*. Podniesienie jakiejś liczby do potęgi oznacza *pomnożenie jej przez samą siebie*. Tak więc dwa do potęgi drugiej (piszemy to 2^2) równa się $2 \times 2 = 4$. Możemy także mnożyć liczby przez siebie wielokrotnie, podnosząc je do coraz wyższej potęgi. Na przykład trzy do potęgi trzeciej (3^3)będzie się równać: $3 \times 3 \times 3 = 9$, cztery do potęgi piątej (4^5)$4 \times 4 \times 4 \times 4 \times 4$ = ... sama policz ile!

Każda liczba podniesiona do potęgi pierwszej jest równa samej sobie.
Każda liczba podniesiona do potęgi zerowej jest równa 1.

Jeszcze jedna ważna sprawa: matematycy przyjęli, że każda liczba podniesiona do potęgi pierwszej jest równa samej sobie, czyli że sześć do potęgi pierwszej (6^1) równe jest sześć. Interesujące jest, co się stanie kiedy podniesiemy jakąś liczbę do potęgi zerowej! Otóż, każda liczba podniesiona do potęgi zerowej jest równa 1! Tak więc, na przykład: $27^0 = 1$.

Wróćmy teraz do naszego systemu dziesiętnego. Powiedzieliśmy już, że na kolejnych pozycjach zapisujemy jednostki, dziesiątki, setki i tak dalej. Ciekawe, czym są te wartości? Ależ.... jeden. dziesięć, sto, tysiąc, dziesięć tysięcy.... to przecież kolejne potęgi dziesięciu! $1 = 10^0$, $10 = 10^1$, $100 = 10^2$, $1000 = 10^3$, $10000 = 10^4$ i tak dalej. Stąd właśnie nazwa: *system pozycyjny, dziesiętny*. Widzisz, jakie mądre rzeczy wymyślili tysiące lat temu ci bramini!

Aby jeszcze lepiej zrozumieć zasadę pozycyjnego systemu zapisu liczb, zrobimy sobie tabelkę.

Potęgi 10	10^4	10^3	10^2	10^1	10^0
Ich wartość	10 000	1 000	100	10	1
Przykład	7	8	2	9	3

Liczba wpisana do tabelki to:

$7 \times 10^4 + 8 \times 10^3 + 2 \times 10^2 + 9 \times 10^1 + 3 \times 10^0$
$= 7 \times 10000 + 8 \times 1000 + 2 \times 100 + 9 \times 10 + 3 \times 1$
$= 70000 + 8000 + 200 + 90 + 3 = 78293.$

Dlaczego jednak system dziesiętny, a nie na przykład siódemkowy, dziewiątkowy, dwudziestkowy? To proste: pierwszym przyrządem do liczenia były palce, a jak wiadomo jest ich właśnie dziesięć! Istniały wszakże inne systemy, np. starożytni Babilończycy liczyli prawdopodobnie w systemie dwunastkowym. Pozostałości tego systemu widać w podziale dnia na godziny, a godzin na minuty.

Początkowo komputery liczyły tak jak my, w systemie dziesiętnym. Stwarzało to ogromne kłopoty. Powiedzmy, że każdej cyfrze odpowiadało w układzie komputera jakieś napięcie prądu, na przykład 0 = 0 Volt, 1 = 1V, 2 = 2V i tak dalej. Strasznie to komplikowało konstrukcję maszyny i prowadziło do pomyłek. Bo, na przykład, co komputer miał zrobić jeżeli napięcie wynosiło 4,5V? Odczytać to jako 4 czy jako 5?

Zaczęto szukać prostszego rozwiązania, kombinować, jakby tu ograniczyć ilość cyfr, którymi posługują się układy elektroniczne. W końcu znaleziono rozwiązanie idealnie proste, najprostsze z możliwych.

System dwójkowy: tylko dwie cyfry

Jego zasada jest tak prosta, jak zasada systemu dziesiętnego. W systemie dziesiętnym zapisywaliśmy na kolejnych pozycjach kolejne potęgi liczby 10. W systemie dwójkowym zapisujemy kolejne potęgi liczby 2.

Przypomnij sobie poprzednią tabelkę i porównaj ją z tą zamieszczoną poniżej.

Potęgi 2	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
Ich wartość	64	32	16	8	4	2	1
Przykład	1	0	1	0	1	1	1

Liczba wpisana do tabelki to $1010111_{(BIN)}$, czyli:

$1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$
$= 1 \times 64 + 0 \times 32 + 1 \times 16 + 0 \times 8 + 1 \times 4 + 1 \times 2 + 1 \times 1$
$= 64 + 16 + 4 + 2 + 1 = 87_{(DEC)}$. (Jeżeli w jakimś tekście posługujemy się zapisem dwójkowym, to dla uniknięcia pomyłek po liczbie zapisanej dwójkowo dodajemy "BIN" lub "B", od angielskiego słowa "binary"- dwójkowy. Analogicznie po liczbach dziesiętnych możemy dodać "DEC" lub "D", od "decimal" - dziesiętny).

Jak widzisz, w systemie dwójkowym używamy tylko dwóch cyfr: 0 i 1. Możesz sobie chyba wyobrazić, jak upraszcza to wszystkie obliczenia (jak łatwa jest tabliczka mnożenia w tym systemie). Ale największe korzyści z zastosowania tego systemu ma elektronika, a w szczególności komputery. Elektronicy przyjęli że jeżeli w jakimś przewodzie lub na nóżce "kostki" układu scalonego jest jakieś napięcie, to oznacza to "1", jeżeli napięcia nie ma - "0". Trudno teraz o pomyłki, przenoszenie danych odbywa się szybko i bezbłędnie!

Jeszcze jedna, bardzo ważna sprawa: stan 1 lub 0 w jakimś punkcie układu komputera jest nazywany *bitem* i jest to najmniejsza jednostka informacji. Trudno by było jednak zapisywać większe liczby lub większe ilości informacji korzystając z pojedynczych bitów. Dlatego też informatycy umówili się, że dane będą zapisywać i przesyłać w "słowach" po 8 bitów każde. Słowo składające się z ośmiu bitów nazywamy *bajtem* i jest to podstawowa jednostka informacji.

To jest właśnie przykład bajtu (w skrócie 1 B): $10011111_{(BIN)}$. Spróbuj sama policzyć, jaką liczbę w systemie dziesiętnym on reprezentuje.

Najmniejsza wartość jednego bajtu to oczywiście: $00000000_{(BIN)}$, a największa to: $11111111_{(BIN)}$. Koniecznie oblicz jego wartość i zapamiętaj ją. Będzie Ci ona w przyszłości bardzo potrzebna!

Z pojęciem bajtu będziesz się nieustannie spotykać. Bajt jest bowiem podstawową "miarą" we wszystkich pracach wykonywanych na komputerze. W bajtach podaje się wielkość plików, w bajtach określa się pojemność dyskietek, dysków twardych, CD ROMów i pamięci komputera. Ponieważ jednak jeden bajt to bardzo niewielka ilość informacji, wprowadzono większe jednostki. Zapamiętaj:

1 KB (kilobajt) = 1024 B
1 MB (megabajt) = 1024 KB = 1 048 576 B
1 GB (gigabajt) = 1024 MB = 1 048 576 KB = 1 073 741 824 B

Dlaczego 1024, a nie 1000? Liczba 1024 to 2^{10}, a posługujemy się przecież systemem dwójkowym.

Jak już wspomniałem, wszystkie obliczenia dokonywane obecnie na świecie, prowadzone są w systemie dwójkowym, a jedynie ich wyniki tłumaczone są na system dziesiętny. Także prawie wszystkie współczesne urządzenia elektroniczne, zrealizowane w tzw. "technice cyfrowej" wykorzystują zapis dwójkowy. Twój odtwarzacz kompaktowy to nic innego jak mały, wyspecjalizowany komputerek, nieustannie przeliczający dane odczytane z płyty, oczywiście zapisanej samymi "zerami" i "jedynkami". Podobnie działa elektroniczny zegarek, elektroniczny zamek w drzwiach, duża część telewizora, magnetowidu i radia. Większość informacji, przekazywanej w gigantycznych ilościach pomiędzy kontynentami, krajami i ludźmi przekazywana jest także w systemie dwójkowym.

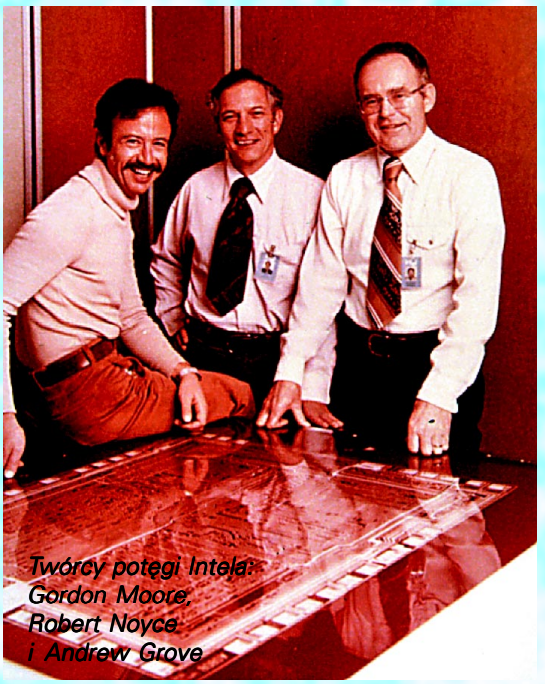
Zbigniew Raabe
współpraca: Basia Raabe

Dawnych wspomnień czar

25 lat istnienia mikroprocesora

czyli rewolucja przez przypadek, część 1

W listopadzie Intel obchodzi 25 rocznicę powstania mikroprocesora. Opracowanie tego rewolucyjnego urządzenia to historia wizji, dążenia do dotrzymania kroku zmianom i po prostu szczęścia - historia, dzięki której Intel znalazł się w samym sercu Ery Informacji. Historię tego wynalazku poblikujemy na podstawie materiałów otrzymanych bezpośrednio z firmy Intel.



Twórcy potęgi Intela: Gordon Moore, Robert Noyce i Andrew Grove

Życie przed mikroprocesorem

Mikroprocesor zmienił nasze życie na tak wiele sposobów, że trudno jest teraz przypomnieć sobie, jak ono wyglądało przed tym wynalazkiem. W latach 60-tych komputery wypełniały całe sale, a ich kosztowna moc obliczeniowa dostępna była tylko w nielicznych laboratoriach rządowych, uniwersytetach i w wielkich koncernach. Wynalezienie w połowie lat 60-tych układów scalonych (między innymi przez założyciela firmy Intel, Boba Noyce'a) umożliwiło zminiaturyzowanie obwodów elektronicznych i umieszczenie ich w pojedynczym układzie krzemowym, lecz świat nadal pozostawał sceptyczny. Integracja tranzystorów w kryształach krzemu na wielką skalę nadal była w powijakach.

Po swoim powstaniu w 1968 roku firma Intel podjęła ambitne wyzwanie: uczynienie z pamięci półprzewodnikowej wyrobu nadającego się do praktycznego zastosowania. Była to nie lada trudność, gdyż pamięci krzemowe kosztowały wtedy co najmniej 100 razy więcej niż wiodące wówczas pamięci magnetyczne. Jednak założyciele Intela uznali, że zalety pamięci półprzewodnikowej - mniejsze rozmiary, większa szybkość, zmniejszone zużycie energii - spowodują, że producenci przekonają się do nowej technologii.

Sukces

Ted Hof - twórca pierwszego mikroprocesora.

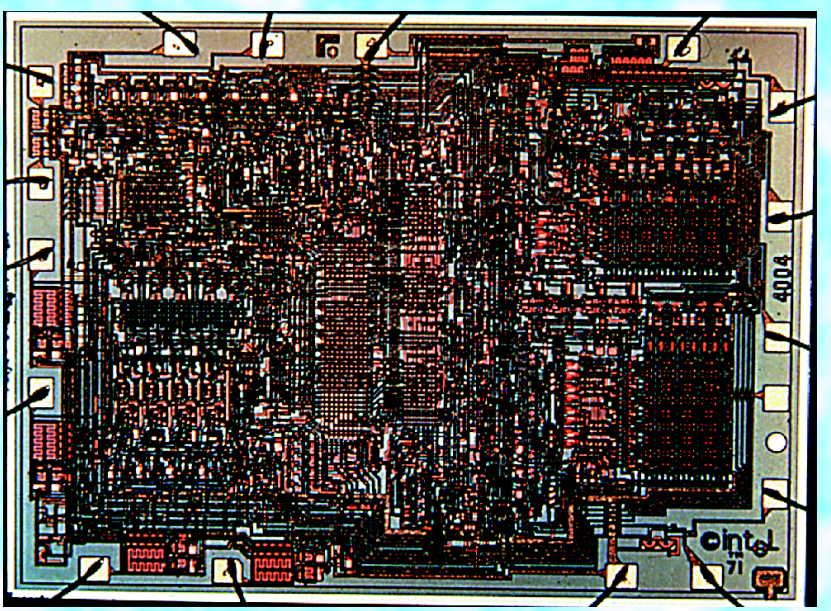
Zajęta opracowywaniem pierwszych i dostępnych pamięci półprzewodnikowych, firma ledwo zauważyła początek mikroprocesorowej rewolucji. Rozpoczęła się ona skromnie, gdy japońska firma Busicom zamówiła w firmie Intel projekt układów scalonych do rodziny szybkich programowalnych kalkulatorów. W tym czasie wszystkie układy logiczne (które wykonują obliczenia i programy, w odróżnieniu od układów pamięci, w których zapisywane są instrukcje i dane) były projektowane specjalnie do każdego zamawianego wyrobu.

Oczywiste jest, że takie podejście ograniczało szerokie zastosowanie konkretnych modeli układów logicznych.

Wszystko to jednak miało się zmienić. Pierwotny projekt Busicomu wymagał co najmniej 12 specjalnie zaprojektowanych układów. Jednak zatrudniony w Intelu inżynier Ted Hoff odrzucił taką propozycję i w zamian zaprojektował jednoukładowe urządzenie logiczne ogólnego przeznaczenia, które instrukcje do wykonania pobierało z pamięci półprzewodnikowej. Jako jądro czteroukładowego zestawu, ów centralny procesor nie tylko spełniał wymagania projektu kalkulatora firmy Busicom, lecz mógł być także zastosowany do wielu innych celów, bez konieczności zmiany projektu.

Odkupić kurę znoszącą złote jajka

Z nowym układem był tylko jeden problem: prawa do niego miał Busicom. Hoff i inni wiedzieli, że zastosowania ich wyrobu są praktycznie nieograniczone, gdyż może on do "głupich" maszyn wprowadzić "inteligencję", i naglili kierownictwo Intela do odkupienia praw do swego wynalazku. Choć założycielom Intela, Gordonowi Moore i Bobowi Noyce, bardzo się podobał nowy układ, inni członkowie kierownictwa obawiali się, że utrudni on firmie realizację jej zasadniczej misji, polegającej na konstruowaniu pamięci półprzewodnikowych. Ostatecznie sceptyków przekonał fakt, że w każdym czteroukładowym zestawie znajdowały się dwa układy pamięci. Jak przypomina sobie ówczesny dyrektor do spraw marketingu, *"pierwotnie uznaliś-*



Struktura krzemowa (chip) z układem procesora Intel 4004. Ta płytka ma powierzchnię kilku milimetrów kwadratowych.

Produkcja mikroprocesorów w latach 70.

my to za sposób na sprzedanie większej ilości pamięci i chcieliśmy prowadzić inwestycje w oparciu o to założenie".

Intel zaoferował Busicomowi 60.000 dolarów w zamian za prawa do nowego wyrobu. Borykająca się z kłopotami finansowymi japońska firma przyjęła tę propozycję. Porozumienie z Busicomem pozostało zarówno w branży, jak i w samym Intelu praktycznie bez echa, jednak utorowało firmie Intel drogę do rozpowszechnienia swej wizji elektronicznych urządzeń obliczeniowych działających w oparciu o mikroprocesory.

Mikroprocesor trafia na rynek

Zestaw mikrokomputerowy 4004 (termin "mikroprocesor" ukuty został później) został formalnie wprowadzony na rynek pod koniec roku 1971. Mniejszy od paznokcia i mieszczący w sobie 2300 tranzystorów, miał moc obliczeniową równą mocy pierwszego komputera elektronicznego, ENIAC-a. Dla porównania warto dodać, że zbudowany w 1946 roku ENIAC miał 18.000 lamp elektronowych i zajmował objętość 85 metrów sześciennych. Układ 4004 wykonywał 60.000 operacji na sekundę, co dziś wydaje się wynikiem marnym, lecz wówczas było to rozwiązanie rewolucyjne.

Wkrótce po układzie 4004 Intel wprowadził mikrokomputer 8008, który przetwarzał osiem bitów informacji naraz, dwukrotnie więcej niż 4004. Oba układy otworzyły dla wyrobów Intela nowe rynki zbytu. Po raz pierwszy projektanci różnego typu produktów otrzymali po przystępnej cenie moc obliczeniową. Wywołało to ogromną eksplozję nowych idei i wynalazków.

Pierwsze wagi cyfrowe w sklepach - mikrokomputer zamieniał wagę na cenę i sterował drukarką paragonów, system sygnalizacji świetlnej na ulicach - mógł teraz wykrywać czekające pojazdy i dzięki temu lepiej sterować ruchem; nowy mikrokomputer zrewolucjonizował wszystko - od instrumentów medycznych do restauracji fast food, systemu rezerwacji biletów lotniczych oraz dystrybutorów na stacjach benzynowych, nie licząc gier elektronicznych i jednorękich bandytów.

Jednak ani Intel, ani jego klienci nie przewidywali wszystkich potencjalnych zastosowań nowego wyrobu. Prezes Intela Gordon Moore pamięta jeden szczególnie zabawny przykład: *"W połowie lat 70-tych ktoś przyszedł do mnie z pomysłem, który sprowadzał się tak naprawdę do komputera PC. Chodziło o wyposażenie układu 8080 w klawiaturę i monitor, i sprzedawanie go nabywcom indywidualnym - I na co to komu? - zapytałem. - Pani domu mogłaby trzymać w tym przepisy - brzmiało jedyne uzasadnienie. Osobiście nie dostrzegłem w tym nic przydatnego i nigdy więcej nie zwracaliśmy na to uwagi."*

Punkt zwrotny: IBM PC

Do 1981 roku rodzina mikroprocesorów Intela rozrosła się i zawierała już 16-bitowy procesor 8086 i 8-bitowy 8088. Te dwa układy zostały w ciągu tylko jednego roku zastosowane aż w 2500 różnych wyrobach - rzecz bez precedensu. Jednym z tych wyrobów był produkt firmy IBM, który miał się stać pierwszym komputerem PC.

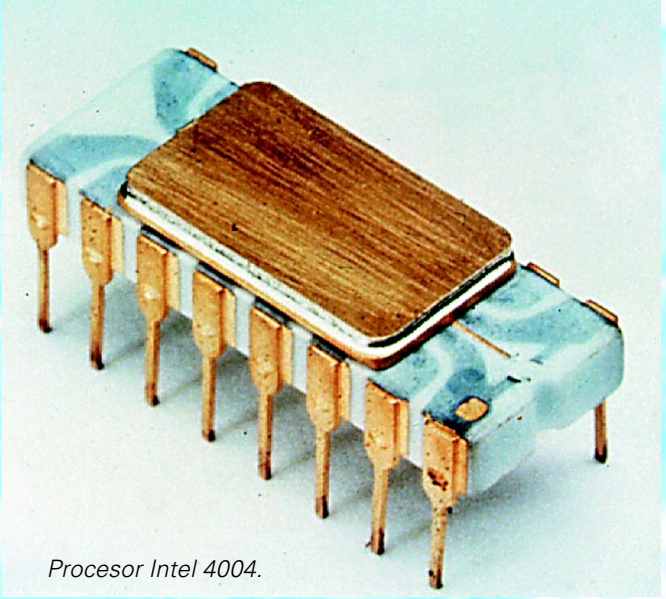
Inżynierowie Intela musieli zdobyć zaufanie IBM bez znajomości szczegółów na temat nowego wyrobu, gdyż "Big Blue" nigdy przedtem nie użył wyrobu z zewnątrz w roli podstawowego mikroprocesora. Jak wspomina jeden z inżynierów Intela, który zaangażowany był w transakcję z IBM, *"wszystko było trzymane w wielkim sekrecie. Kiedy przyjeżdżaliśmy w celu udzielenia pomocy technicznej, wpuszczali naszych techników na jedną stronę czarnej zasłony, a swoich na drugą, razem z prototypem ich wyrobu. Myśmy zadawali pytania, oni mówili nam, co się dzieje, a my próbowaliśmy rozwiązać problem dosłownie błądząc po omacku. Jeśli mieliśmy szczęście, pozwalali nam sięgnąć ręką za zasłonę i trochę pomacać, żebyśmy mogli się jakoś zorientować, na czym polega problem".*

Ostatecznie długoterminowe zaangażowanie Intela w produkcję serii mikroprocesorów i zdolność podjęcia ich produkcji masowej przekonały IBM do wybrania 8088 jako mózgu pierwszego komputera PC. Decyzja IBM stanowiła wielkie wydarzenie dla Intela, ale znów był to fakt, którego znaczenia początkowo nie doceniano. Inżynier Intela, który współpracował z IBM w ramach jednego z projektów, wspomina: *"W tym czasie wielki kontrakt opiewał na 10.000 egzemplarzy rocznie. Nikt nie miał zielonego pojęcia, na jaką skalę rozwinie się rynek komputerów PC - dziesiątki milionów egzemplarzy rocznie."*

W 1982 roku Intel wprowadził na rynek układ 286. Miał on 134.000 tranzystorów i był mniej więcej trzykrotnie szybszy od ówczesnych innych procesorów 16-bitowych.

Dysponował wewnętrznym systemem zarządzania pamięcią, wykazał też zgodność programową ze swoimi poprzednikami. Ten rewolucyjny układ został po raz pierwszy zastosowany we wzorcowym komputerze IBM PC-AT.

Cd. w EdW 12/96



Procesor Intel 4004.

Najważniejsze informacje o kodzie DTMF były podane w EdW 3/96. W praktyce, aby ten kod wykorzystać, wcale nie trzeba znać szczegółów, wystarczy wiedzieć, że każdy współczesny aparat telefoniczny ma przełącznik TONE/PULSE, ustalający sposób wybierania numeru.

Scalony dekoder kodu DTMF

W pozycji TONE po naciśnięciu klawisza aparat wysyła w linię sygnały DTMF - można ich posłuchać w każdym aparacie. Zazwyczaj w telefonie jest 12 klawiszy (oznaczonych 1...9, 0, *, #). Nieliczne aparaty mają dodatkowe cztery klawisze oznaczone A, B, C, D - takie aparaty umożliwiają nadanie wszystkich szesnastu znaków kodu DTMF.

Mamy więc gotowy nadajnik kodu, za pomocą którego z dowolnego miejsca na świecie za pomocą połączeń telefonicznych możemy przesłać informacje. Do pełni szczęścia potrzebny jest jeszcze odbiornik, potrafiący zamienić sygnały DTMF na jakąś użyteczną postać, najlepiej cyfrową. Takim odbiornikiem, a właściwie dekoderem jest między innymi kostka o oznaczeniu 8870. Na jej wyjściu otrzymuje się numer ostatnio odebranego sygnału DTMF w postaci liczby czterobitowej.

Poniższy materiał zawiera wyczerpujący opis układu MT8870 i jego odpowiedników i jest uzupełnieniem artykułu "Odbiornik kodu DTMF", zamieszczonego w tym numerze EdW.

Przedstawione informacje umożliwią zastosowanie tego ciekawego układu w różnych urządzeniach sterowanych drogą telefoniczną lub radiową. Kostka ta znajduje też szerokie zastosowanie w układach selektywnego wywołania w kanałach radiowych oraz układach alarmowych, a także w prostych systemach przesyłania informacji drogą radiową lub telefoniczną.

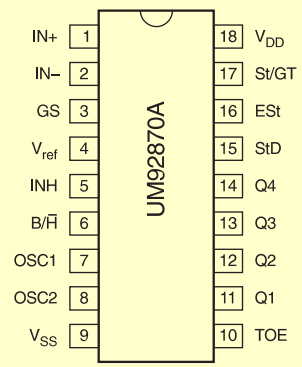
Układ scalony jest wewnątrz naprawdę skomplikowany, ale jego wykorzystanie jest wręcz dziecinnie łatwe i nikomu nie powinno sprawić żadnych kłopotów.

Opis układu scalonego

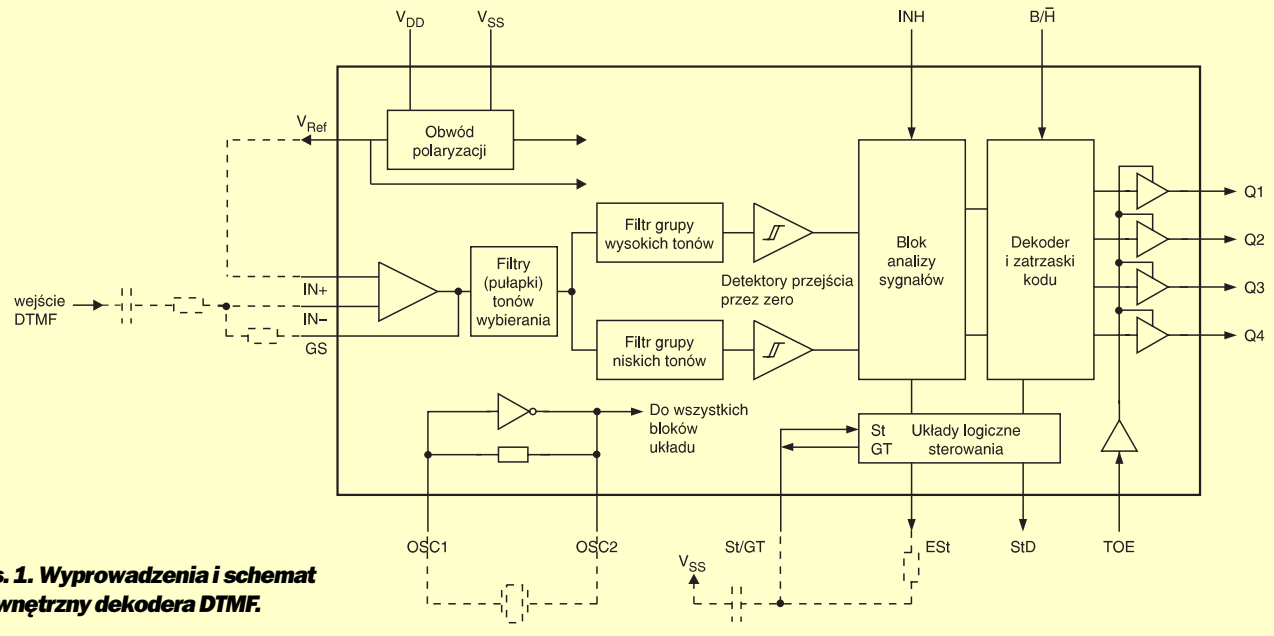
Jak widać, układ scalony, którego blokowy schemat wewnętrzny i rozmieszczenie wyprowadzeń przedstawione są na rysunku 1, jest kompletnym odbiornikiem wymagającym w podstawowej aplikacji tylko kilku zewnętrznych elementów biernych.

Układ zawiera wejściowy wzmacniacz operacyjny (nóżki 1, 2, 3) którego wzmocnienie ustala się według potrzeb z pomocą kilku rezystorów.

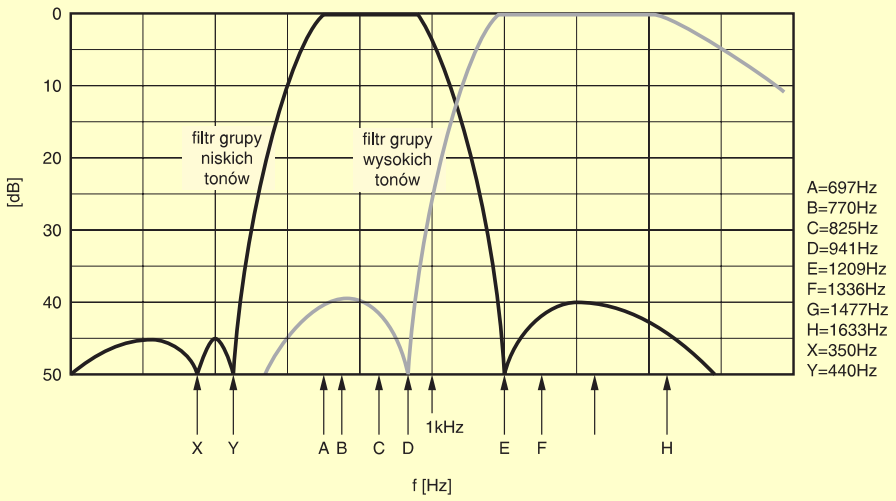
Końcówka 4 jest wyjściem napięcia odniesienia dla wzmacniacza wejściowego (o wartości równej połowie napięcia zasilającego). Za wzmacniaczem umiesz-



	MT8870D, 92870B	92870C
k. 5	INH	B/H
k. 6	PDI	PDI



Rys. 1. Wyprowadzenia i schemat wewnętrzny dekodera DTMF.



Rys. 2. Wykorzystanie częstotliwości w dekoderze DTMF.

czono zespół filtrów usuwających ewentualne sygnały zakłócające, w szczególności tony sygnalizacyjne 350 i 440Hz wykorzystywane w telefonii. W sieci krajowej stosuje się sygnał tonowy o częstotliwości 425Hz, a nie 440Hz, niemniej jednak zostanie on stłumiony o co najmniej 45dB, co jest wartością zupełnie wystarczającą.

Kolejne filtry rozdzielają pasmo na dwie części: grupę tonów niższych i wyższych. Wypadkowe charakterystyki filtrów pokazane są na **rysunku 2.** Cyfrowy układ dekodujący działa na zasadzie pomiaru okresu odbieranego przebiegu przy jego przejściu przez zero. Aby zapewnić bezbłędną detekcję sygnałów w szerokim zakresie amplitud wejściowych blok ten jest w rzeczywistości bardzo rozbudowany. Mierzony jest zarówno okres każdego pojedynczego przebiegu, jak i uśredniony okres w czasie kilku cykli. Taki sposób gwarantuje niewielką stopę błędów nawet w warunkach silnych zakłóceń, dzięki temu układ na pewno odróżni sygnał DTMF od przypadkowej podobnej sekwencji tonów w sygnale mowy.

Wszystkie wewnętrzne bloki cyfrowe taktowane są sygnałami uzyskanymi z oscylatora sterowanego popularnym kwarcem 3,5795MHz.

Cztery wyjścia Q1-Q4 wyposażone są w bufory zatrzaskowe typu latch, dzięki czemu ostatnio odebrany kod DTMF zostaje zapamiętany i pozostaje na wyjściach aż do odebrania następnego ważnego kodu.

Kostka ma także wyjście StD informujące o odebraniu (obecności na wejściu) ważnego sygnału DTMF - po odebraniu ważnego sygnału DTMF pojawia się tam impuls dodatni o czasie trwania proporcjonalnym do czasu występowania sygnału DTMF. Wyjście to może być użyte na przykład do wpisania odebranego sygnału do dodatkowego bufora, lub do zapoczątkowania obsługi układu przez współpracujący mikroprocesor.

W stanie niskim wejścia sterującego TOE (Three-state Output Enable) wyjścia Q1-Q4 są odcięte (są w stanie wysokiej impedancji - logiczny stan trzeci).

Nóżki 5 i 6 pełnią w różnych wersjach układu różne funkcje. Niekiedy są w ogóle niepodłączone. W kostce MT8870D, produkcji wiodącej w tej dziedzinie firmy Mitel, nóżka 5 jest wejściem INHibit, a nóżka 6 - wejściem PDI (Power Down Input). Z kolei obecna w kraju tajwańska firma UMC produkuje aż trzy odpowiedniki kostki MT8870: układy serii UM92870, różniące się funkcją nóżek 5 i 6.

W każdej kostce występuje tylko dwa z wejść INH, PDI oraz B/H\:
UM92870A posiada wejścia INH, B/H\,
UM92870B - B/H\, PDI
UM92870C - INH, PDI.

Wejście INH(ibit) steruje detekcją par tonów zawierających składową 1633Hz (kody A, B, C, D). Gdy wejście INH jest w stanie niskim - dekodowane są wszystkie kody (w liczbie 16), gdy w stanie wysokim - kody A, B, C, D są ignorowane.

Stan wysoki na wejściu PDI (Power Down Input) wyłącza układ, redukując pobór prądu do pojedynczych mikroamperów; właściwość ta może być cenna w sprzęcie przenośnym, zasilanym z baterii.

Wejście B/H\ decyduje o kodzie wyjściowym. Przy stanie niskim jest to kod szesnastkowy, przy wysokim - kod 2 z 8 - patrz ramka.

W typowych warunkach pracy końcówki 5 i 6 układu scalonego są zwarte do masy.

W drugiej ramce zawarte są najważniejsze parametry układu scalonego UM92870.

Podane informacje wystarczą w zupełności do praktycznego wykorzystania opisanej kostki. Jest to naprawdę bardzo proste, wymaga zastosowania tylko kilku elementów zewnętrznych; nie należy się więc przerażać skomplikowaną budową wewnętrzną i podanymi licznymi parametrami.

Wykorzystanie kostki nie sprawia problemów, należy tylko w zależności od zastosowania zdecydować, jak mają być zbudowane obwody wejściowe.

Wejściowy wzmacniacz operacyjny może być skonfigurowany zarówno jako z wejściem symetrycznym, jak i niesymetrycznym. Typowe układy połączeń i sposób

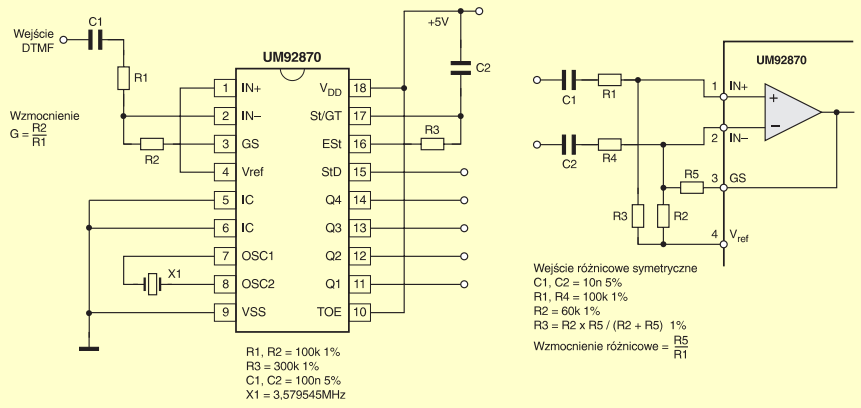
Kody wyjściowe dekodera

Grupa niższa [Hz]	Grupa wyższa [Hz]	Odebrany kod DTMF	TOE	Szesnastkowy B/H\ = L				Binarny 2x8 B/H\ = L			
				Q4	Q3	Q2	Q1	Q4	Q3	Q2	Q1
697	1209	1	H	0	0	0	1	0	0	0	0
697	1336	2	H	0	0	1	0	0	0	0	1
697	1477	3	H	0	0	1	1	0	0	1	0
770	1209	4	H	0	1	0	0	0	1	0	0
770	1336	5	H	0	1	0	1	0	1	0	1
770	1477	6	H	0	1	1	0	0	1	1	0
852	1209	7	H	0	1	1	1	1	0	0	0
852	1336	8	H	1	0	0	0	1	0	0	1
852	1477	9	H	1	0	0	1	1	0	1	0
941	1336	0	H	1	0	1	0	1	1	0	1
941	1209	*	H	1	0	1	1	1	1	0	0
941	1477	#	H	1	1	0	0	1	1	1	0
697	1633	A	H	1	1	0	1	0	0	1	1
770	1633	B	H	1	1	1	0	0	1	1	1
852	1633	C	H	1	1	1	1	1	0	1	1
941	1633	D	H	0	0	0	0	1	1	1	1
-	-	X	L	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z

H - stan wysoki, L - stan niski, Z - stan trzeci (wysoka impedancja), X - stan dowolny

Podstawowe parametry UM92870

Napięcie zasilana:	**5V ±0,5V**
Pobór prądu w czasie pracy:	**typ. 3mA (max 9mA)**
Pobór prądu gdy INH=H:	**6,2µA (max 100µA)**
Zakres temperatur pracy:	**-20...+70˚C**
Prąd końcówek wejściowych:	**100nA**
Obciążalność wyjść cyfrowych:	**I_{OL} min. 1mA, typ. 2,5mA**
	I_{OH} min. 0,4mA, typ. 0,8mA
Wzmacniacz wejściowy (końcówki 1, 2, 3):	
Wejściowy prąd polaryzyjący:	**max 100nA**
Rezystancja wejściowa:	**min 10MW**
Wejściowe napięcie niezrównoważenia:	**max 25mV**
Zakres wejściowych napięć wspólnych:	**2,5Vpp**
Maksymalne obciążenie wyjścia (końcówki GS):	**50kW 100pF**
Rezystancja wyjściowa końcówki Uref:	**typ 1kW**
Charakterystyka kompletnego odbiornika (wzmocnienie wzmacniacza wejściowego = 1):	
Minimalny poziom każdego z tonów składowych:	**-29dBm (27,5mVsk)**
Maksymalny poziom każdego z tonów składowych:	**+1dBm (833mVsk)**
Maksymalna różnica poziomów między tonami jednej pary:	**±10dB**
Maksymalna dopuszczalna odchyłka częstotliwości poszczególnych tonów:	**±2,5%**
Dopuszczalny poziom szumów:	**-12dB poniżej poziomu sygnału DTMF**
Zawartość trzeciej harmonicznej w odbieranych sygnałach DTMF:	**max 12%**



Rys. 3. Typowe układy pracy dekodera DTMF.

doboru elementów podane są na rysunku 3.

Wzmocnienie można zmieniać w zależności od potrzeb; w typowym zastosowaniu, przy bezpośredniej współpracy z linią telefoniczną, wynosi ono 1 (czyli w układzie z rysunku 3a rezystory powinny mieć równe wartości - po 100kW). Wartość wzmocnienia nie jest jednak sprawą krytyczną, bowiem kostka ma szeroki zakres użytecznych poziomów wejściowych - porównaj podane w ramce maksymalne i minimalne poziomy tonów składowych.

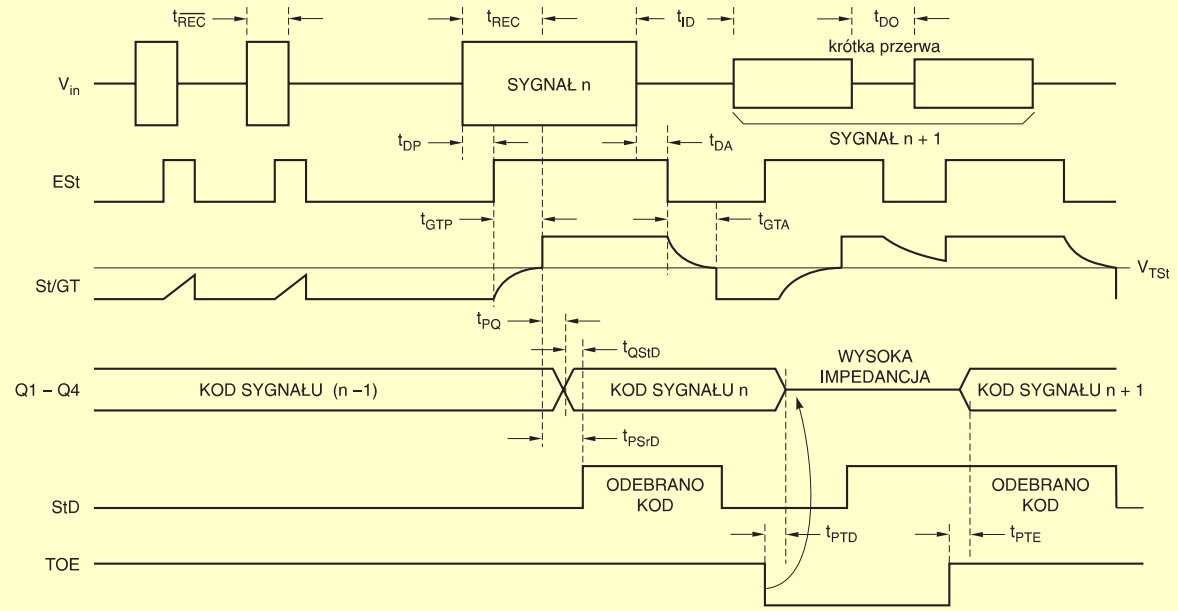
Dla dociekliwych, na rysunku 4 przedstawione są przebiegi czasowe w pracującym układzie dekodera.

Większości Czytelników EdW wystarczy informacja, że zewnętrzne elementy R C dołączone do końcówek St/GT i ESt określają minimalne czasy obecności i braku sygnału DTMF wymagane dla jego poprawnego odebrania. W rezultacie kolejne sygnały DTMF, aby zostały zdekodowane i wpisane na wyjścia Q1-Q4 muszą mieć nie tylko wymaganą długość, ale też musi między nimi wystąpić określona przerwa.

W większości zastosowań profesjonalnych oba te czasy nie mogą być krótsze niż 40ms i wtedy stosuje się R = 300kW (330kW) C = 100nF. To całkowicie wystarczy, żeby odróżnić sygnały DTMF od sygnałów mowy.

Pełne informacje katalogowe o układzie MT8870 można znaleźć w biuletynie USKA UC 4/96, a o UM92870 w USKA UC 5/96, zaś w Elektronice Praktycznej 1/95 przedstawiono moduł z wejściem symetrycznym, zbudowany na płytce uniwersalnej PU-02.

Piotr Górecki



Rys. 3. Główne przebiegi czasowe dekodera DTMF.

W trzeciej części listu dotyczącego możliwości zamiany typów elementów omówimy kolejne podzespoły.

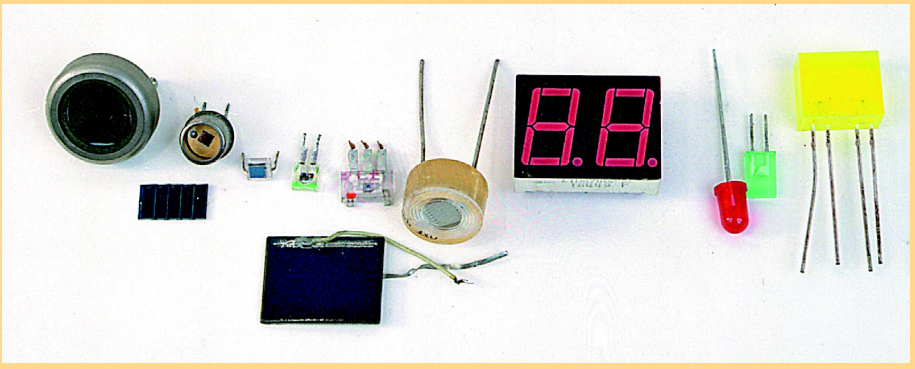
Gdy się nie ma, co się lubi, TO SIĘ LUBI, CO SIĘ MA!

część 3

Diody

W wielu układach cyfrowych i analogowych występują diody małej mocy. W wykazie elementów podaje się jakiś konkretny typ, na przykład 1N4148, bo jest to obecnie najpopularniejsza na świecie dioda małej mocy. Tymczasem w większości przypadków można tam zastosować dowolne diody krzemowe. Ty z rozbiórki starych urządzeń masz zapewne jakieś małe diody, w szklanej czy plastikowej obudowie. Praktycznie we wszystkich diodach w szklanej i plastikowej obudowie (zwykłych i Zenera), paskiem oznaczono katodę (wyjątkiem są diody produkcji b. ZSRR). Spotkasz więc diody BAY, BAYP, BAP, BAV, BACP, itd. Niektóre oznaczone są literami i cyframi, ale niestety wiele takich diod ma oznaczenie w postaci kolorowych pasków lub kropek. Wcale nie musisz ich parametrów szukać w katalogach. Niektóre z nich mają prąd pracy rzędu kilkudziesięciu mA, inne nawet 200mA. Mam nadzieję, że na podstawie schematu budowanego urządzenia potrafisz z grubsza określić, przy jakim prądzie będzie pracować w Twoim układzie dana dioda. Jeśli na przykład napięcie zasilania układu wynosi 12V, a rezystancje współpracujące z diodą są rzędu 10kW, to prąd diody będzie rzędu miliampera. W takim miejscu można bez obawy zastosować dowolną diodę krzemową.

Nieco inaczej wygląda sprawa z diodami prostowniczymi do zasilaczy. Generalnie, nawet przy małych prądach prostowanych, zalecam Ci stosowanie w tym miejscu plastikowych diod o prądzie pracy przynajmniej 1A, a nie malutkich "szklaczków". Najpopularniejsze obecnie diody 1A mają oznaczenie 1N4001... 1N4007, ale możesz je zastąpić wieloma innymi, na przykład krajowymi BYP401, czy innymi BY. Łatwo je poznasz: diody prostownicze mają zdecydowanie grubsze wyprowadzenia (o średnicy 0,7... 1mm). Zapamiętaj więc kolejną praktyczną radę: w obwodach zasilania stosuj wyłącznie diody prostownicze o średnicy wyprowadzeń powyżej 0,7mm.



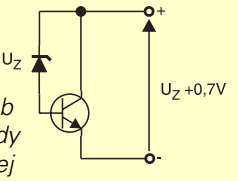
Na rynku występuje też wiele gotowych mostków prostowniczych, o prądzie pracy minimum 0,8A - możesz je równie śmiało stosować w swych układach. Pamiętaj także, że mostek złożony z czterech diod 1-amperowych może prostować prąd o natężeniu nie 1A, tylko 2A. Do prostowania większych prądów użyj odpowiednio większych diod lub mostków - nigdy nie próbuj łączyć równolegle kilku diod. Przy większych napięciach także nie warto łączyć szeregowo kilku diod niskonapięciowych - lepiej kupić jedną o wyższym napięciu pracy.

Pamiętaj też, że w obwodach impulsowych (zasilaczach impulsowych, przetwornicach) w żadnym wypadku nie powinno się stosować zwykłych diod prostowniczych rodziny 1N400X - tam muszą pracować diody szybkie. Ale to już temat z innej bajki.

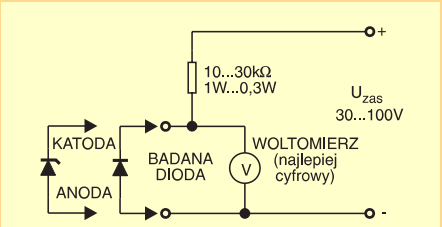
Być może masz jakieś diody zagraniczne, o oznaczeniu, którego nie potrafisz rozszyfrować. Nie martw się! Najpierw po grubości wyprowadzeń określ w przybliżeniu, przy jakim prądzie mogą pracować. Jeśli średnica wyprowadzeń wynosi 0,7...0,9mm, to ich prąd jest nie mniejszy niż 0,8A.

Może się też zdarzyć, że wśród takich nieznanych diod trafią się diody Zenera. Pamiętaj, że diody Zenera zawsze można łączyć szeregowo (nigdy równolegle) i trzeba pamiętać o maksymalnej dopuszczalnej mocy strat, która jest iloczynem napięcia Zenera i prądu pracy (małe szklaczki - do 400mW, starsze z metalowym kapturkiem - tylko 250mW, a większe od 1...5W). Zawsze diodę Zenera dużej mocy możesz wykonać z użyciem tranzystora o odpowiedniej obciążalności (z radiatorem) według **rysunku 11**.

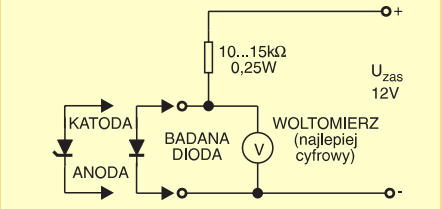
Diody możesz łatwo rozróżnić i wstępnie sprawdzić w prostym układzie z **rysunków 12** i **13**. Najlepiej byłoby w roli woltomierza wykorzystać cyfrowy miernik uniwersalny (na zakresie 200V), ale można wykorzystać woltomierz wskazówkowy. W układzie tym możesz rozróżnić anodę i katodę, czyli określić biegunowość diody, a także sprawdzić, czy jest to zwykła dioda, czy dioda Zenera. Jeśli po dołączeniu badanej diody w kierunku zaporowym (rys. 12) napięcie wskazywane przez woltomierz zmniejszy się - dołączyłeś diodę Zenera, a napięcie wskazywane przez woltomierz



Rys. 11. Sposób wykonania diody Zenera większej mocy.



Rys. 12. Sprawdzanie diod w kierunku zaporowym.



Rys. 13. Sprawdzanie diod w kierunku przewodzenia.

jest napięciem stabilizacji takiej diody. Jeśli wskazanie woltomierza nie zmieni się - dołączyłeś zwykłą diodę w kierunku zaporowym (wyjątkiem mogą być tzw. diody Schottky'ego o niskim napięciu przebicia wstecznego i diody germanowe, które przy napięciach powyżej 40V mogą już "puszczać" trochę prądu w kierunku zaporowym, oraz bardzo rzadko spotykane diody Zenera o wysokim napięciu stabilizacji np. 160V, które z kolei przy podanym napięciu jeszcze nie zaczną przewodzić prąd w kierunku wstecznym).

Jeśli dołączysz diodę w kierunku przewodzenia (rysunek 13), woltomierz pokaże jej napięcie przewodzenia. Dla typowych diod krzemowych (także diod Zenera), napięcie to wynosi około 0,6... 0,8V. Gdy jest ono mniejsze, masz do czynienia z krzemową diodą Schottky'ego lub diodą germanową. Możesz wtedy jeszcze raz włączyć taką diodę w kierunku zaporowym (rys. 12), a następnie obniżając lub podwyższając napięcie zasilające sprawdzić, przy jakim napięciu wstecznym może pracować dana dioda.

Diody germanowe poznasz też po archaicznej obudowie - szklanej (DOG, AAP...) lub metalowej (np. DZG).

Małe szklane diody germanowe mogą Ci się jeszcze przydać, natomiast większe, prostownicze wyrzuć bez zastanowienia - chyba, że urządzasz muzeum elektroniki. Natomiast wykryte diody Schottky'ego są cennym znaleziskiem - są to nowoczesne, bardzo szybkie diody o małym napięciu przewodzenia, czyli małych stratach przy prostowaniu.

Przy takim testowaniu dwukońcówkowych elementów pochodzących z odzysku, a wyglądających na diody, możesz spotkać inne egzotyczne elementy (diaki, elementy zabezpieczające Trisil, Transil, itp.). Jeśli dany element przy pomiarach zachowuje się inaczej, niż opisałem, nie zawsze jest to zepsuta dioda - nie wyrzucaj go - być może przyda Ci się, gdy zorientujesz się, co to za wynalazek.

W każdym razie na podstawie proponowanych pomiarów możesz posegregować posiadane diody na kilka grup i umieścić w oddzielnych pudełkach. Ja na przykład mam w swojej pracowni dwa spore pudełka, opisane **Diody 0,1A** oraz **Diody 1A**. W pudełku **Diody 0,1A** przechowuję wszystkie małe diody krzemowe dowolnego typu i oznaczenia, a w drugim - diody prostownicze o grubszych wyprowadzeniach, o prądzie pracy mniej więcej 1A.

Jeśli nie masz odpowiedniego zapasu tych dwóch rodzajów diod, radzę Ci kupić na giełdzie hurtem po 100 lub więcej sztuk diod 1N4148 i 1N4005...7. Nawet przy takiej ilości nie będzie to duży wydatek, bowiem cena jednostkowa w hurcie wyniesie kilka groszy.

Jeszcze słowo na temat diod LED.

Obecnie na rynku występuje bardzo dużo typów nowoczesnych, wysokosprawnych diod LED. Generalnie diody takie mogą pracować z prądem maksymalnym 20...50mA, zależnie od typu. Dzięki dużej jasności świecenia, w praktyce pracują one zazwyczaj przy prądach rzędu 2...10mA. Nie warto natomiast przechowywać bardzo starych krajowych diod LED, zwłaszcza produkcji Zakładów im. Róży Luksemburg, ponieważ mają one zazwyczaj małą jasność, duży rozrzut jasności między egzemplarzami i dużą awaryjność.

Proponuję Ci natomiast zakupienie gdzieś w hurtowni trzech paczek diod (czerwone, zielone i żółte). Najbardziej uniwersalne są okrągłe diody z barwioną mleczną soczewką - ja zawsze mam pod ręką zapas takich diod (o średnicy 3mm). Obecnie (lato 96) przy 100 sztukach przyzwoite diody Telefunkena możesz kupić na giełdzie w cenie poniżej 10 groszy.

Tyrystory

Gdy napotkasz gdzieś w starym sprzęcie wielkie tyrystory o prądach pracy powyżej 100A, zachowaj je. Przydadzą się, gdy będziesz udoskonalał spawarkę lub konstruował prostownik akumulatorowy umożliwiający rozruch silników samochodowych.

Jeśli gdzieś w starym sprzęcie spotkasz stare krajowe tyrystory BTP - 6 lub 10-amperowe (metalowe ze śrubą), możesz je spokojnie wyrzucić, chyba że planujesz budowę jakiegoś układu prostownika do akumulatorów z tyrystorową regulacją prądu. Także jeśli trafisz na czeskie triaki czy tyrystory (np. KT206 czy KT207), radzę Ci je wyrzucić, żeby Cię nie kusiło gdzieś je zastosować. Te szczytowe osiągnięcia dawnego przemysłu RWPG mają bardzo dużą awaryjność i żeby zaoszczędzić sobie kłopotów związanych z naprawą, lepiej wydać parę złotych i od razu zastosować nowoczesny triak czy tyrystor dobrej firmy.

Zresztą ogólnie rzecz biorąc, awaryjność starych przyrządów półprzewodnikowych jest nieporównanie większa niż współczesnych. A czeska Tesla u wielu konstruktorów zyskała sobie szczególnie złą sławę właśnie ze względu na awaryjność wielu swoich wyrobów.

Mikrofony

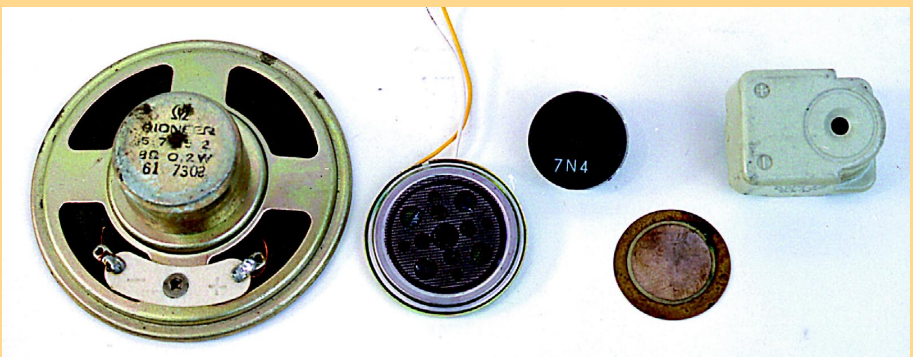
Stare mikrofony od pierwszych krajowych magnetofonów są dziś niewątpliwym zabytkiem. Proponuję Ci rozebrać taki mikrofon, sprawdzić jak jest zbudowany, ewentualnie odzyskać transformatorek mikrofonowy (jeśli był wbudowany), a resztę spokojnie wyrzucić na śmietnik. Dziś masz do dyspozycji dobre mikrofony elektretowe w cenie poniżej 1zł. I tylko takie mikrofony stosuje się obecnie w prostych układach elektronicznych.

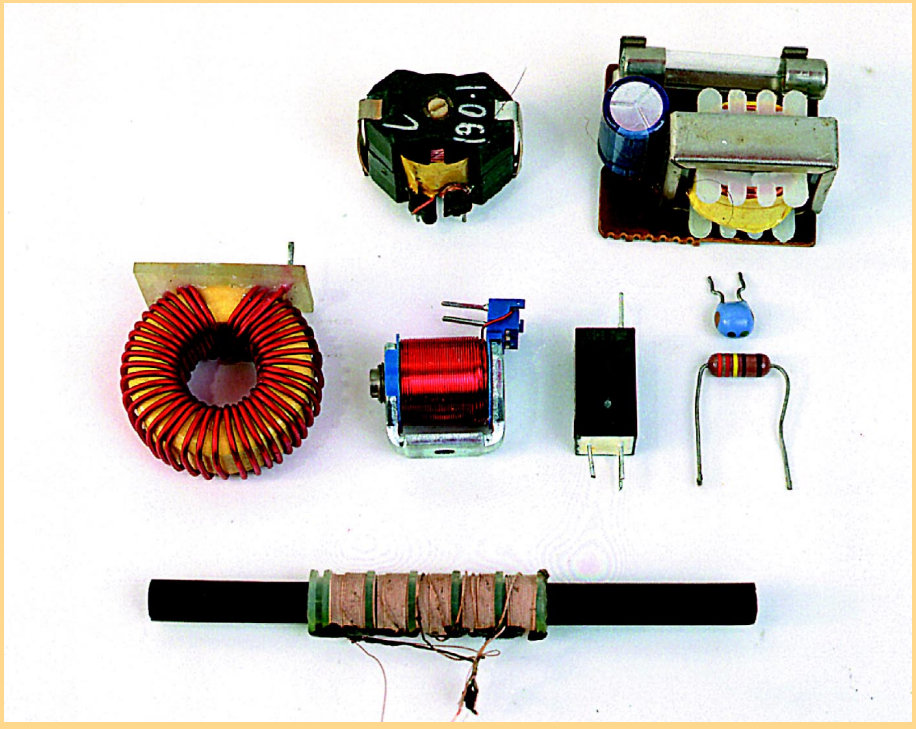
Mierniki wskazówkowe

Zbieraj starannie wszelkie mierniki wskazówkowe, także wskaźniki od magnetofonów - "staroświecki" odczyt analogowy jest w wielu przypadkach dużo bardziej czytelny od cyfrowego; na pewno znajdziesz zastosowanie dla takich wskaźników.

Przełączniki i złącza

Starych, dużych przełączników i złącz nie warto przechowywać (chyba, że mają złocone styki - wtedy możesz je z zys-





kiem sprzedać). Jedynym wyjątkiem są tu przełączniki obrotowe, które mogą się jeszcze przydać, zwłaszcza jeśli będą to przełączniki w.cz.

Problematyczna jest sprawa popularnych niegdyś przełączników typu Isostat. Ja ich nigdzie nie stosuję, ale wiem, że wielu amatorów jeszcze używa ich w swoich konstrukcjach.

Dyskusyjna jest także sprawa złącz. Osobiście radzę Ci stosować typowe gniazda i wtyki, powszechnie dostępne na rynku. Zastosowanie egzotycznych, niepowtarzalnych złączy czy przełączników z demobilu wiąże się z ryzykiem kłopotów w przypadku ich uszkodzenia. Dlatego stosuj raczej typowe złącza stosowane dziś w sprzęcie audio i komputerowym.

Stanowczo odradzam Ci też samodzielne wykonywanie złącz i przełączników (kiedyś na przykład proponowano przeróbkę potencjometru suwakowego na przełącznik wielopozycyjny). Takie samoróbki są zwykle bardzo zawodne. Mam nadzieję, że jesteś zbyt leniwy, żeby własnoręcznie wykonywać takie wynalazki.

Przekaźniki i styczniki

Używane przekaźniki i styczniki mają zazwyczaj wypalone styki. Jeśli potrafisz to sprawdzić (i ewentualnie poprawić styki), mogą się przydać. Ale nie stosuj ich w urządzeniu, które ma dłuższy czas bezawaryjnie pracować. Lepiej kup nowoczesny element. Wiem, że przekaźniki są dość drogie, ale lepiej od razu wydać parę złotych, niż potem przerabiać płytkę, aby zastąpić dinozaura nowym elementem.

Zbieraj natomiast przekaźniki kontaktronowe - często są potrzebne tylko ich rurkowe styki.

W Twojej pracowni przyda się prawdopodobnie kilka przekaźników "telefonicznych". Szczególnie cenne są stare, duże przekaźniki B2, czy C11 z uzwojeniami 2x400...2x500W. Są znakomitą pomocą przy testowaniu urządzeń telefonicznych. Przekaźniki takie mogą też po drobnej przeróbce, pełnić rolę elektromagnesów. Natomiast popularne dawniej przekaźniki Mt-6 i Mt-12 straciły na znaczeniu. Ze względu na konstrukcję nie powinno się ich stosować do obwodów sieci 220V (choć dawniej amatorzy powszechnie je tam stosowali). Dziś do obwodów sieci energetycznej stosuje się krajowe przekaźniki RM81 o obciążalności 16A, a coraz częściej także znacznie mniejsze RM96 i ich zagraniczne pierwowzory o prądzie do 10A.

Głośniki i słuchawki

Każdy hobbysta powinien mieć w swych zbiorach kilka głośników. Choć stare głośniki mają małą moc przy dużych wymiarach, zawsze się przydadzą w jakichś eksperymentalnych układach.

Cenne są miniaturowe głośniczki o średnicy 4...6cm, zwłaszcza te o impedancji większej niż 8W, niezastąpione w urządzeniach zasilanych z baterii. Stosunkowo dobrym głośniczkiem są słuchawki telefoniczne W66 o rezystancji około 300W odzyskiwane ze starszych aparatów.

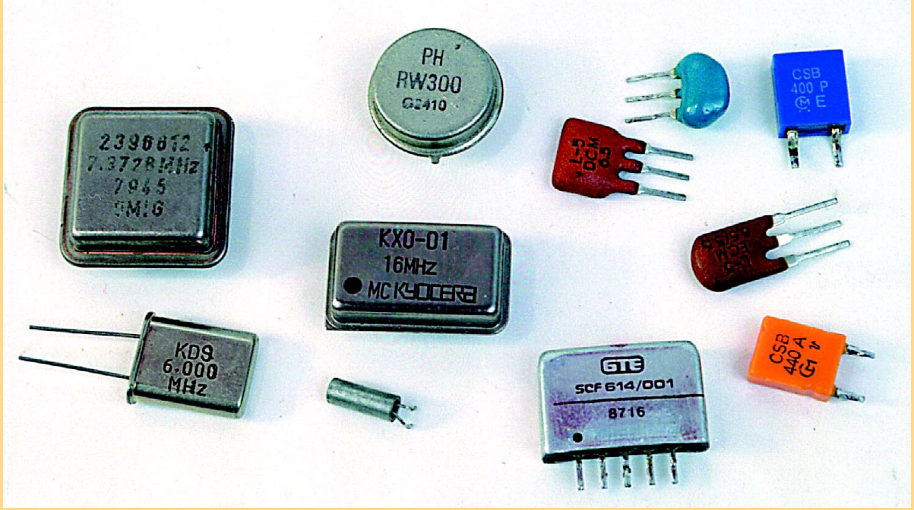
Transformatory

Ja obecnie nie zbieram transformatorów sieciowych z demontażu, bowiem opracowując nowy układ muszę Ci zawsze zaproponować jakiś typ dostępny w handlu. Ale mam jeszcze sporo różnych transformatorów sieciowych z dawnych czasów. Czasem okazują się przydatne - nawet te od odbiorników lampowych są potrzebne, gdy trzeba zrobić zasilacz o napięciu ponad 100V.

Poza transformatorami sieciowymi, cenną zdobyczą są transformatory mikrofonowe, a nawet miniaturowe transformatorki przeznaczone do starych przeciwsobnych wzmacniaczy mocy - na przykład najpopularniejszy Td48. Z pomocą takich transformatorków uzyskasz w prosty sposób pełne oddzielenie galwaniczne obwodów sygnałowych w sprzęcie audio. Jest to często potrzebne w większych instalacjach nagłośnieniowych, aby uniknąć kłopotów z przydźwiękiem.

Elementy w.cz.

Ja w swej praktyce wykonałem tylko kilka prostych urządzeń w.cz. Nie znam tej dziedziny, ale mam w swych zapasach, w oddzielnych pudełkach, sporo podzespołów do urządzeń w.cz. Czasem się przydają. A jeśli Ty planujesz zagłębić się w tę piękną dziedzinę, takie elementy z odzysku będą wręcz niezastąpione. Do-



tyczy to zwłaszcza cewek i rdzeni ferrytowych oraz wszelkich kondensatorów zmiennych. Na pewno warto też mieć w swych zbiorach kilka rdzeni ferrytowych, zwłaszcza gdy są to rdzenie walcowe przydatne do wykonania anteny ferrytowej.

Elementy mechaniczne

Może tu Cię zaskoczę: dla mnie najcenniejszym towarem z demobilu są właśnie elementy mechaniczne: śruby, podkładki, wsporniki, tulejki, nakrętki, radiatory. Często właśnie te mechaniczne drobiazgi, a właściwie ich brak, psuje radość z elektronicznej twórczości - gdy jest kłopot z umocowaniem płytki w obudowie. Zwróć więc uwagę na te drobne, a przydatne elementy.

Natomiast problem obudów stracił swoją ostrość - dziś można w każdym sklepie elektronicznym dostać wiele estetycznych obudów z tworzywa.

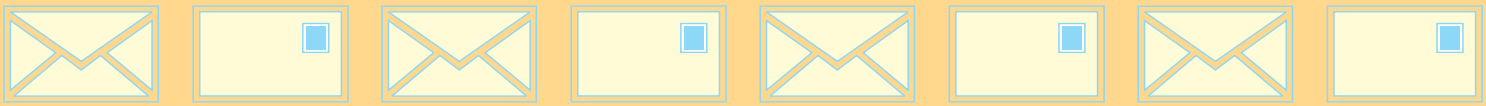
Nieznane elementy elektroniczne

Przy rozbiórce starego sprzętu zapewne napotkasz elementy, których nijak nie potrafisz zidentyfikować. Jeśli pochodzą one na przykład ze sprzętu pomiarowego, medycznego, telekomunikacyjnego a nie z urządzeń powszechnego użytku, być może są to bardzo cenne egzotyczne podzespoły. Na pewno zachowasz je w swych zbiorach.

Gdy nie wiesz, co to za element, a urządzenie nie jest zanadto skomplikowane, nie wypruwaj od razu wszystkich elementów, najpierw spróbuj rozrysować schemat układu na podstawie płytki drukowanej i sprawdź jaką wartość mają współpracujące elementy. To często pomaga odróżnić na przykład zwykły bipolarny tranzystor od MOSFETa, czy tranzystor od tyrystora. Oczywiście do tego potrzebna jest pewna wiedza o tych elementach.

Na koniec jeszcze raz zachęcam Cię do zachowania równowagi: w opracowywanych przez siebie konstrukcjach wykorzystuj elementy nowoczesne, nawet gdy trochę kosztują, a starsze elementy zastępcze stosuj rozumnie tylko w razie konieczności.

Piotr Górecki



Cd. ze str. 15

Zbigniew Wojciechowski z Lubaczowa postawił kilka pytań. Odpowiadamy:
Kostki CMOS 4066, czyli zestawu czterech kluczy analogowych, nie można wykorzystywać przy częstotliwościach rzędu 100MHz. Przyczyną jest występowanie pewnej pojemności między wejściem, a wyjściem wtedy, gdy klucz jest zamknięty (rzędu 0,5pF). Sygnały o tak wielkich częstotliwościach przenikają przez tę pojemność.
Natomiast kostka ta, i pokrewne, np. 4051, 4052, 4053, jest bardzo często z powodzeniem wykorzystywana do przełączania sygnałów audio i wideo m.cz, czyli mniej więcej do częstotliwości 5...6MHz. W zasadzie kostek tego typu można używać do przełączania zakresów w miernikach, ale należy wziąć pod uwagę, że włączony klucz ma rezystancję rzędu 50...500Ω, zależnie od wartości napięcia zasilającego kostkę, i choć to może wydać się dziwne - ta rezystancja może wprowadzać zniekształcenia nieliniowe. Trzeba też mieć świadomość, że przełączane sygnały muszą mieścić się w zakresie napięć zasilania kostki, czyli maksymalnie 0...+18V, albo ±9V przy zasilaniu symetrycznym.
Ze starego czarno-białego telewizora teoretycznie można zrobić bardzo kiepski oscyloskop. Znamy kilka propozycji układowych, prezentowanych swego czasu w literaturze amatorskiej. Jednak w praktyce gra nie jest warta świeczki. Nie znamy nikogo, kto wykonałby taki oscyloskop i go używał. Wykonanie dobrego oscyloskopu wykorzystującego telewizor kosztowałoby znacznie więcej, niż... dobry kolorowy telewizor 21'. Dlatego naprawdę nie warto zawracać sobie głowy tym tematem.
Godnym uwagi jest natomiast temat "Oscyloskop na PC-cie", czyli układ wykorzystujący szybki przetwornik analogowo-cyfrowy, komputer i odpowiednie oprogramowanie. Przykład realizacji prostego układu tego typu zaprezentujemy w jednym z następnych numerów EdW.

Nie wiemy, czy obecnie prowadzone są jakiekolwiek praktyczne kursy szkoleniowe w zakresie serwisu urządzeń RTV. Trzeba mieć świadomość, że dobrzy fachowcy mają dużo pracy, a ponadto mało który chciałby zdradzać przyszłej konkurencji ciężko zdobyte doświadczenia. Dlatego jeśli nawet gdzieś są takie kursy, to mała szansa, że będą prowadzone przez doświadczonych praktyków. Podobnie jest z dostępnymi książkami - praktycznie nie ma publikacji uczących naprawy współczesnego sprzętu. Niestety, doświadczenia trzeba pomału nabierać samodzielnie.
Przy okazji zwracamy się z apelem do serwisowców, którzy gotowi byliby uchylić rąbka zawodowej tajemnicy, aby podzielili się doświadczeniem. Gotowi jesteśmy otworzyć stosowny dział - "Serwis".
Sprawa wbudowania zdalnego sterowania do starszego sprzętu jest ciekawa, ale kontrowersyjna. Czy warto to robić? Opinie są podzielone.
Szerokie możliwości daje układ SAA3049, odbiornik kodu RC-5, przedstawiony w EdW 9/96. Jeśli Czytelnicy są zainteresowani cyfrowymi potencjometrami czy wykorzystaniem procesorów dźwięku (np. TDA1524A), prosimy o listy.

A oto fragmenty listu **Ireneusza Ziółkowskiego** z Piły:
Serdecznie Was witam i dziękuję za to, co robicie. Nie będę się rozwodził z pochwałami, bo nie jestem ani pierwszy, ani ostatni. Wystarczy, że zmobilizowaliście mnie, abym po raz pierwszy w życiu (a mam już 38 lat - niestety) napisał list poza rodzinę, czy przyjaciół. Czytam Elektronikę Praktyczną i Elektronikę dla Wszystkich od pierwszych numerów i prawie zawsze znajduję coś dla siebie. Oczywiście zdaję sobie sprawę, że każdy elektronik (ja jestem technikiem elektrykiem) posiada własne preferencje i trudno każdego uszczęśliwić. Dlatego nie domagam się tematu dla siebie (chociaż lubię elektroakustykę, PC-ty i różne proste układy do zastosowania w domu i pracy), ale muszę prosić o zachowanie rozsądnych proporcji. Jest jeszcze coś, co bardzo mi się podoba w obu miesięcznikach. Chodzi mi o ten szczególny, ciepły kontakt z czytelnikami, zwłaszcza w EdW. (...)
Dalej Ireneusz dzieli się doświadczeniami nt. wykonywania płytek.
Dziękujemy za list! Rozważymy też kwestie dotyczące projektu rozbudowanego monitora napięcia sieci. Jednak według naszej wiedzy, skutecznym i niezawodnym zabezpieczeniem przed nadmiernym wzrostem napięcia sieci byłoby użycie tzw. przekaźników nadnapięciowych, używanych w niektórych działach energetyki.

Swoją metodę wykonywania płytek opisał również **M. Adamczyk**, nasz Czytelnik z Niedzicy. Nie potrafiliśmy odcyfrować z nagłówka listu jego imienia, ale zacytujemy fragmenty listu:
Chwała wam za to oraz podziękowanie, że to już 8 numer o tej samej cenie 3,90zł. (...) Kochani, czyńcie tak dalej, bo my hobbyści, tak długoletni, jak i początkujący, cenimy was i będziemy cenić za to, że całe pismo jest na temat, który nas interesuje. Za wstawienie wkładki z rysunkami ścieżek w skali 1:1 stokrotne dzięki - wasze rozumienie potrzeb czytelników tylko zasługuje na uznanie. Profesjonalnie wykonane płytki oferowane przez was to jest coś, jednak ich cena + VAT + wysyłka to nieraz cena całego urządzenia i wykonanie samemu płytki daje obniżenie kosztów i satysfakcję, że się samemu wszystko wykonało. (...)
Odnośnie odpowiedników układów cyfrowych wyjaśniamy, że ogromną większość układów wykonujemy i będziemy wykonywać z użyciem kostek z rodziny CMOS 4000. Mają one inny układ wyprowadzeń, niż układy TTL o analogicznych funkcjach. Klasyczne kostki TTL z rodziny 7400, 74H00 czy 74S00 to dziś już absolutny przeżytek - w układach komputerowych i mikroprocesorowych używa się wersji 74HCT00, 74HC00, 74LS00 i jeszcze nowszych. Gruntowna prezentacja dostępnych dziś układów cyfrowych pojawi się na łamach EdW prawdopodobnie już za miesiąc lub dwa.

Na rynku księgarskim można znaleźć sporo pozycji z dziedziny szeroko pojętej elektroniki. Nie wszystkie książki dostępne w księgarniach mają jednakową wartość praktyczną. Zdarzają się książki opracowane przystępnie i rzetelnie, które świetnie wprowadzają Czytelnika w arkana elektroniki. Jest sporo poważnych pozycji, które są bardzo wartościowe, ale niestety przeciętny hobbysta ma z nich niewiele pożytku, bo napisane są trudnym językiem i na dodatek nafaszerowane skomplikowanymi wzorami matematycznymi. Niektóre pozycje przeznaczone są wręcz dla wąskiej grupy specjalistów. Są wreszcie opracowania zupełnie bezwartościowe - choć w założeniu napisane dla hobbystów: albo są zdecydowanie nieświeże i przedstawiają nieaktualne dziś tematy, albo też prezentują zagadnienia w sposób zupełnie niestrawny i wręcz robią wodę z mózgu.
Celem rubryki "Recenzja" jest zorientowanie Czytelnika, co ciekawego może znaleźć w aktualnej ofercie księgarskiej. W rubryce tej przedstawiamy najciekawsze i najwartościowsze naszym zdaniem książki.
Obecnie nadrabiamy zaległości, prezentując pozycje, które już jakiś czas są w sprzedaży. W przyszłości będziemy na bieżąco informować Czytelników EdW, co wartościowego pojawiło się na rynku. Na pewno nie będziemy recenzować, czy przedstawiać wszystkich książek o elektronice, jakie pojawiają się w księgarniach.
Ale sam fakt, że książka zostaje zaprezentowana na łamach EdW świadczy, że jest to pozycja godna uwagi - przynajmniej dla niektórych z Was.

Przedstawiana dziś książka pochodzi z serii "... dla opornych". W serii tej do tej pory ukazywały się książki na tematy, powiedzmy najprościej, komputerowe. Niebywały sukces pierwszej i niektórych następnych książek "... dla opornych" skłonił wydawców do sięgnięcia po inne tematy, między innymi właśnie magnetowidy i kamery wideo. Nie koniec na tym: na polskim rynku pojawia się właśnie książka kolejna książka z tej serii pt... "Seks dla opornych"; jej oczywiście w naszej rubryce nie będziemy recenzować.

Książki dla opornych mają swoistą specyfikę i klimat. Zawierają sporo rzetelnej wiedzy, ubarwionej dowcipem, przez co tematy, na pierwszy rzut oka przerażająco trudne, przedstawiane są czytelnikowi w ciekawej formie, i co najważniejsze - przystępnie. Oczywiście przy takim podejściu nie prezentuje się wyczerpująco wszystkich zagadnień związanych z tematem. Celem jest raczej pokazanie zupełnie niezorientowanemu czytelnikowi ogólnego zarysu sprawy, wykazanie, iż rzecz wcale nie jest taka trudna, jak mogłoby się wydawać, wreszcie ośmielenie go do bliższego zapoznania się z tematem.

Książki dla opornych zawierają bardzo mało informacji dotyczących szczegółów technicznych, a szczątkowe informacje tego typu są specjalnie wyróżniane i nazywane technikaliami (co mi od razu brzydko kojarzy się z fekaliami). Tak jest i w książce "Magnetowidy i kamery wideo dla opornych".

Z książki tej nie dowiecie się, jak działa magnetowid, jaki system zapisu jest używany w poszczególnych systemach, jak zagospodarowane jest dostępne pasmo częstotliwości, jakie nowoczesne sposoby wykorzystano do poprawy jakości obrazu, dźwięku i do zwiększenia wygody obsługi, jakie rozwiązania układowe, technologiczne, czy choćby układy scalone wykorzystuje się do budowy takiego sprzętu.

Dlaczego więc uznałem, że warto przedstawić tę książkę? Jej wydawcy napisali: *Dla milionów ludzi magnetowid to bułka z masłem. Po prostu wkładają kasetę do szczeliny w magnetowidzie, wciskają przycisk i zaczynają oglądać film. Co sprawia problemy? Jedynie oddanie filmu do wypożyczalni przed osiemnastą następnego dnia.*

Większość ludzi nie wykracza poza obsługę trzech przycisków Play, Stop, Rewind. Reszta to niezbadany, niebezpieczny grunt. Dlaczego te światełka na wyświetlaczu ciągle migają? Jak oglądać jeden program, a nagrywać inny? Czy trzeba skończyć szkołę filmową, żeby kręcić dobre filmy?

Oficyna Wydawnicza READ ME, oraz Elektronika dla Wszystkich.
Cena 20 zł przy wysyłkowym kupnie książki
"Magnetowidy i kamery video dla opornych" G. McComba i A. Rathbone'a.
cena 20 zł

Nasze czasopismo jest "dla wszystkich". Wiem, że wielu, a może większość Czytelników EdW ma wiedzę, wykraczającą poza materiał zawarty w książce. Ale nie ma się co wstydzić, jeśli ktoś ma kłopoty z wykorzystaniem, a przynajmniej zrozumieniem wszystkich funkcji swego magnetowidu lub kamery. Ponadto chyba każdy z nas ma w rodzine lub wśród znajomych osoby, odpowiadające zacytowanemu opisowi.

Warto więc wiedzieć, iż istnieje książka, która w przystępny sposób odkrywa "tajniki" obsługi magnetowidu, bez wdawania się w szczegóły techniczne. Może taka książka będzie stosownym prezentem dla "opornych" w tej dziedzinie?

Jej zaletą jest fakt, że nie trzeba jej czytać po kolei, i nie trzeba czytać wszystkiego. Już na pierwszych kilku stronach wyjaśniono, iż ma ona służyć raczej jako rodzaj ściągawki, przyjacielskiej pomocy, po którą należy sięgnąć w razie wystąpienia problemu. Chyba dlatego wydawca zdecydował sie na nietypowy format - książka ma wymiary kasety VHS i może być przechowywana w stojaku z kasetami.

Można też przeczytać od razu całą książkę, tak jak ja to zrobiłem. Co można znaleźć na ponad 380 stronach?

Na początku umieszczono krótki opis funkcji magnetowidów. Dalej przedstawiono garść cennych rad odnośnie zakupu magnetowidu. Nie chodzi tu o szczegóły i parametry techniczne, tylko walory użytkowe.

Na pewno warto przemyśleć rady dotyczące miejsca zakupu sprzętu: w wielkim domu towarowym, hurtowni, czy lepiej w małym sklepiku położonym blisko miejsca zamieszkania? Wielu z nas już to sprawdziło na własnej skórze, że dla uniknięcia w przyszłości kłopotów, warto wybrać właśnie mały lokalny sklepik z miłą obsługą, gotową doradzić i przeszkolić, a potem przywieźć i zainstalować wybrany sprzęt zapewniając jego właściwą współpracę z instalacją antenową. Warto wtedy nawet zapłacić trochę wiecej lub też poczekać na sprowadzenie zamówionego modelu.

Duża część materiału poświęcona jest instalacji, współpracy z telewizorem, anteną, czy siecią telewizji kablowej. Podano praktyczne rady odnośnie zaprogramowania i współdziałania magnetowidu i telewizora, aby oba te urządzenia niejako zgadzały się ze sobą i nie sprawiały kłopotów podczas użytkowania. Szeroko wyjaśniono spotykane sposoby programowania zegara i tych funkcji magnetowidu, które umożliwiają automatyczne nagrywanie dowolnych programów podczas nieobecności domowników. Spora część tego materiału dotyczy systemu Show View.

W jednym rozdziale podano rady dotyczące utrzymania magnetowidu w dobrej kondycji. Cały następny rozdział poświęcono zaleceniom odnośnie używanych taśm. Zastosowanie się do podanych wskazówek sprawi, że magnetowid rzadziej będzie trafiał do serwisu.

Pod koniec książki zamieszczono też zalecenia i ostrzegawcze wskazówki odnośnie ewentualnych napraw. Nie mogę się powstrzymać od zacytowania kilku zdań z tego rozdziału: *Niektórzy elektronicy, którzy biorą się za naprawę magnetowidów, nie mają żadnego doświadczenia w tej dziedzinie. Ledwo ukończyli technikum i już im się wydaje, że mogą naprawiać wszystko, przez co płynie prąd. Każdy może otworzyć punkt, wystarczy tylko szyld "Reperacja Videłów".*

Tymczasem Autorzy twierdzą: *Większość kłopotów z magnetowidami: obluzowane kable, brudne głowice magnetyczne i tym podobne - mogą być naprawione przez właściciela magnetowidu. Możesz oszczędzić czas i pieniądze, jeśli sprawdzisz wszystko sam, zanim oddasz magnetowid w ręce specjalistów, którzy tylko czekają, aby opróżnić Twój portfel.*

Część poświęcona kamerom wideo omawia poszczególne typy kamer, ich zalety, wady, a także krótkie praktyczne wskazówki odnośnie wyboru typu kamery przy zakupie.

Opisano spotykane funkcje kamer, rolę poszczególnych przycisków, przełączników i pokręteł. W tej części najcenniejsze są jednak moim zdaniem, wskazówki dotyczace ujęć i montażu. Choć jest ich niewiele i oczywiście nie wyczerpują zagadnienia pod tytułem film amatorski, jednak wykorzystanie ich w praktyce zapewni tworzenie filmów krótszych, ciekawszych oraz zapobiegnie śmiertelnemu zanudzeniu ewentualnych widzów.

Czy jednak książka ma same zalety? Absolutnie nie! To co dla jednych jest zaletą, na przykład przystępne wyjaśnienia, dla kogo innego będzie wadą, bo oczekuje on głębszych, szczegółowych informacji. Należy też mieć świadomość, iż materiał podany w książce nie wykracza poza sprawę obsługi sprzętu.

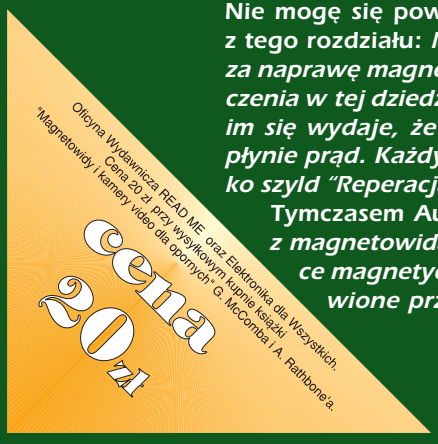
Bardzo cenię książki dla opornych za przystępny język, a Autorów za umiejętności polegające na lekkostrawnym pokazaniu czytelnikowi częstokroć trudnych tematów. Seria "... dla opornych" ma swoisty styl i język, który niektórych zachwyca, ale innych drażni. Moim zdaniem twórcy książek tej serii dostają pomału lekkiej zadyszki. To co było rewelacją przed laty, gdy pojawił się "DOS dla opornych", dziś chyba trochę się przeżyło. Błyskotliwość i dowcip są cechami wrodzonymi, i nie wszyscy autorzy potrafią wprowadzić do swych książek dowcip w sposób pociągający czytelnika. Styl i zasób dowcipnych pomysłów powtarzają się w książkach serii, co zaczyna drażnić tych, którzy już od dawna czytają kolejne pozycje. Oczywiście są to odczucia moje, i moich znajomych z którymi konsultowałem ten temat. Nowi czytelnicy z całą pewnością będą zachwyceni lekkim i pełnym humoru stylem.

Na prawie czterystu stronach książki zawarto naprawdę wiele cennych rad i wskazówek. Jak na mój gust, to samo można było napisać znacznie krócej - większość informacji pojawia się na kartach książki po dwa i więcej razy. Rozumiem, że opornym trzeba wiedzę wkładać do głowy łopatą, ale to, że na tej samej stronie podano daną myśl dwu czy trzykrotnie, uważam za przesadę.

Podane drobiazgi, które mnie rzeczywiście irytowały, nie powinny jednak przesłonić zalet książki. Autorzy przedstawili rzetelne i potrzebne informacje oraz wskazówki dotyczące obsługi sprzętu wideo.

Wydawnictwo Read Me gotowe jest udostępnić czytelnikom EdW tę pozycję na preferencyjnych zasadach. Każdy, kto na adres: Oficyna Wydawnicza Read Me, 00-987 Warszawa 4, skr. poczt. 144, nadeśle zamówienie wraz z oryginalnym kuponem wyciętym z EdW, otrzyma ją po preferencyjnej cenie 20 zł.

Piotr Górecki

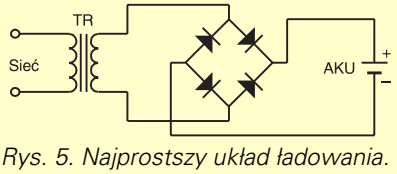


W tej części artykułu zostaną omówione wady i zalety poszczególnych metod ładowania. Wszystkie podane informacje dotyczą tylko akumulatorów ołowiowych (kwasowych). Tekst i rysunki zawierają ogromną ilość skondensowanego materiału, dlatego warto poświęcić czas na szczegółową i dogłębną analizę podanych informacji.

Wykorzystanie prostownika

Najczęstszym sposobem ładowania akumulatorów kwasowych jest użycie transformatora i prostownika w układzie z **rysunku 5**. Akumulator jest ładowany prądem tętniącym. Prąd ładowania i zmiany prądu ładowania takiego prostownika są trudne do określenia, zależą głównie od wydajności prądowej użytego transformatora. W przypadku akumulatorów rozruchowych o pojemnościach rzędu kilkudziesięciu amperogodzin i prądzie ładowania rzędu kilku amperów, taki prosty sposób może być uzasadniony z uwagi na koszty. Ale w przypadku małych akumulatorów o pojemności do kilku amperogodzin, takiej metody nie powinno się stosować. Generalnie należy wtedy stosować rodzaj stabilizowanych zasilaczy, dostarczających prądu o małych tętnieniach.

Nie mam dokładniejszych danych dotyczących akumulatorów rozruchowych, ale zobacz, jak wygląda to w przypadku szczelnych akumulatorów firmy YUASA. Firma zaleca, aby ciągły prąd ładowania nie przekraczał 0,25C. Jednak po dołączeniu napięcia do rozładowanego akumulatora, w pierwszych chwilach ładowania wyładowanego akumulatora prąd może osiągnąć dużo większą wartość. Mogłoby to spowodować przegrzanie i uszkodzenie akumulatora. W przypadku wyrobów wspomnianej firmy, przy napięciu 2,3V/ogniwo, uszkodzenie nie powinno nastąpić, bowiem konstrukcja akumulatora ogranicza maksymalny prąd



Rys. 5. Najprostszy układ ładowania.

do wartości około 2C. Prąd ten maleje zresztą dość szybko do wartości około 1C. Pokazano to na **rysunku 6**.

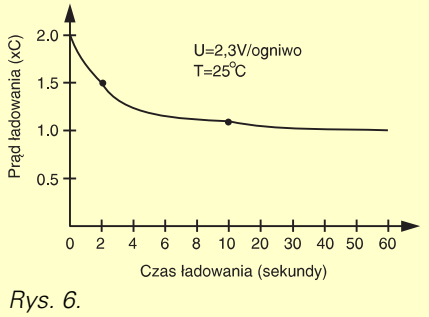
Należy jednak zauważyć, że wykres z rysunku 6 dotyczy sytuacji, gdy dołączono napięcie ładowania o stałej wartości 2,3V/ogniwo. W praktyce, w układzie z rysunku 5 napięcie to może być większe, i wtedy istnieje groźba uszkodzenia lub przynajmniej zmniejszenia trwałości akumulatora. Odnotuj więc ważny wniosek: warto kontrolować prąd w pierwszych chwilach ładowania i stosować prądy ładowania nie przekraczające 0,25C.

Ogólnie rzecz biorąc, korzystniejsze jest ładowanie dłuższe, prądem rzędu 0,1C. Wniosek taki znajduje potwierdzenie w praktyce - często słyszy się zalecenia, żeby reanimować całkowicie rozładowane i zasiarczone akumulatory ładując je kilkadziesiąt godzin niewielkim prądem. Po przeprowadzeniu kilku cykli powolnego ładowania i rozładowania, akumulator odzyska znaczną część swej nominalnej pojemności. Oczywiście nie uda się uzyskać pojemności nominalnej - całkowite rozładowanie zawsze niekorzystnie odbija się na właściwościach akumulatora.

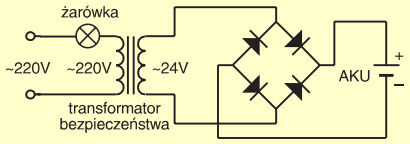
Sprawa reanimowania zasiarczonych "trupów" to oddzielny temat. Niektórzy zalecają wtedy tzw. ładowanie pulsacyjne. Z grubsza biorąc, wykorzystuje się tu prostownik jednopołówkowy. W jednym półokresie akumulator jest ładowany, w drugim - rozładowywany, ale nieco mniejszym prądem. W ten sposób przez akumulator płyną znaczne prądy ładowania i rozładowania, a średni prąd ładowania jest niewielki. Jest to sposób znany i zalecany w literaturze amatorskiej, ale jak dotąd nie znamy żadnego producenta, który zalecałby taki sposób ładowania swoich wyrobów. Wprost przeciwnie - dla małych, szczelnych akumulatorów zaleca się, żeby tętnienia prądu ładowania nie przekraczały wartości 0,1C! Jeśli ktoś z Was ma praktyczne doświadczenia w tym zakresie, prosimy o listy - chętnie je opublikujemy na łamach Forum.

Można jeszcze zadać sobie pytanie: dlaczego obecnie dąży się do skrócenia czasu ładowania? Przyczyną jest wyłącznie nasza niecierpliwość - w dzisiejszym zwariowanym świecie każdy chciałby naładować akumulator jak najszybciej, najlepiej w ciągu kilku minut czy nawet sekund. Dlatego współczesne akumulatory są tak konstruowane, żeby można je było ładować względnie szybko. Póki co, nawet ekspresowe ładowanie trwa jednak około godziny, zresztą nie wszystkie akumulatory je wytrzymują. Generalnie akumulatory nie lubią dużych prądów ładowania i jeśli to możliwe należy je ładować prądami rzędu 0,1C - niewątpliwie wyjdzie im to na zdrowie.

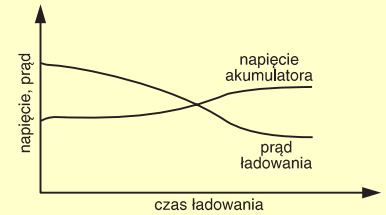
Dlatego do ładowania akumulatorów można z powodzeniem stosować prosty układ z **rysunku 7**. Dobre wyniki uzyskuje się, stosując tu transformator bezpieczeństwa 220V/24V. Żarówka umieszczona w obwodzie uzwojenia pierwotnego transformatora ogranicza prąd ładowania do pewnej wartości, nie większej niż 0,1C. Parametry transformatora i moc żarówki decydują, jaka to będzie wartość, i jak zmieniać się będzie prąd



Rys. 6.



Rys. 7. Układ ładowania z żarówką.



Rys. 8. Przebieg zmian napięcia i prądu w układzie z rys. 5.

ładowania w zależności od napięcia akumulatora.

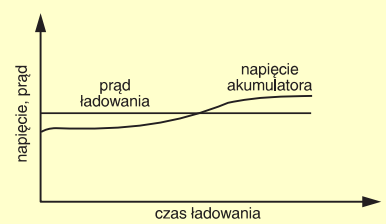
Na **rysunku 8** pokazano przykładowy przebieg zmian w czasie prądu ładowania i napięcia akumulatora. Wykres ten nie niesie istotnych informacji, pokazuje tylko, że wskutek istnienia rezystancji wewnętrznej prostownika, prąd ładowania maleje ze wzrostem napięcia akumulatora, czyli prąd ten zależy od stanu naładowania akumulatora.

Przy takim sposobie, należy kontrolować czas ładowania (ewentualnie stan naładowania akumulatora), aby uniknąć przeładowania.

Ładowanie prądem o stałej wartości

Wydawałoby się, że dla uniknięcia przeładowania, najlepszym sposobem jest ładowanie prądem o ustalonej wartości (powiedzmy 0,1C), przez ściśle określony czas (np. 12...15 godzin). Rzeczywiście, można skonstruować niezbyt skomplikowany układ elektroniczny z tranzystorami czy tyrystorami, który niezależnie od napięcia akumulatora dostarczałby prądu o określonej wartości. Bez większego kłopotu można też skonstruować układ czasowy odmierzający potrzebny czas ładowania. Zmiany prądu i napięcia przy takiej metodzie pokazane są na **rysunku 9**.

Taka metoda władowania określonej ilości amperogodzin jest może i dobra, ale tylko wtedy, gdy akumulator jest rozładowywany w kontrolowany sposób.



Rys. 9. Ładowanie prądem o stałej wartości.

W przypadku częściowego rozładowania - zbyt duża dawka ładowania może niekorzystnie wpłynąć na jego parametry. Przy głębokim, całkowitym rozładowaniu, porcja ładunku okaże się za mała dla pełnego naładowania.

Dlatego sposób ładowania prądem o niezmiennej wartości przez ustalony czas nie jest polecany przez producentów.

Ładowanie przy stałym napięciu

Okazuje się, że pewniejszym i bezpieczniejszym sposobem jest ładowanie przy stałym napięciu akumulatora. Ten sposób jest zalecany jako prosty i skuteczny. Elektroniczny regulator troszczy się, by napięcie na akumulatorze stale miało jednakową, ściśle określoną wartość. Urządzenie ładujące powinno mieć możliwość regulacji tego napięcia w zakresie 2,25...2,5V/ogniwo.

Jak wskazano przy omawianiu rysunku 6, przy stałym napięciu, na początku ładowania prąd mógłby znacznie przekroczyć zalecaną wartość 0,25C. Dlatego przy ładowaniu akumulatorów o mniejszych pojemnościach zaleca się ładowanie z ograniczeniem prądu do wartości 0,1...0,25C. W przypadku akumulatorów o pojemnościach rzędu kilkudziesięciu Ah, problem ograniczenia prądu zwykle nie jest tak ostry, ponieważ sam transformator zasilający ma zwykle ograniczoną wydajność, co skutecznie zapobiega nadmiernemu wzrostowi prądu (np. przy 40Ah prąd 0,25C to 10A).

Zastosowanie ograniczenia prądowego powoduje, że na początku ładowania, nie jest to ładowanie przy stałym napięciu, a raczej przy stałym prądzie. Ale po częściowym naładowaniu napięcie akumulatora wzrasta do nastawionego napięcia ładowania i potem prąd zaczyna się zmniejszać. Przebiegi napięć i prądów podczas ładowania pokazano na **rysunku 10**. Liniami przerywanymi zaznaczono charakterystyki przy ładowaniu akumulatora rozładowanego tylko częściowo. Warto zauważyć, że przy takiej metodzie nie występuje problem przeładowania - po naładowaniu do określonego napięcia, prąd ładowania sam zmniejsza się do bezpiecznej, małej wartości.

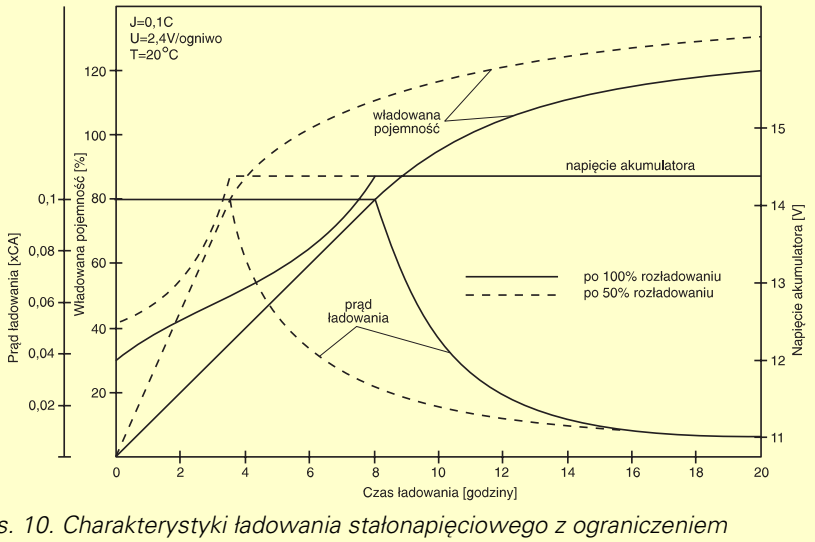
Do jakiej wartości zmniejszy się prąd ładowania, gdy akumulator stale dołączony będzie do urządzenia ładującego?

Zależy to od napięcia nastawionego w urządzeniu ładującym. Przykładowo rysunek 10 przedstawia charakterystykę ładowania przy nastawionym napięciu 2,4V/ogniwo i prądzie maksymalnym 0,1C. Z rysunku widać, że po długim czasie prąd ładowania ustabilizuje się na wartości około 0,015C. Porównaj teraz **rysunek 11**, dotyczący sytuacji, gdy napięcie końcowe zostało zwiększone do 2,5V/ogniwo. Jak widać akumulator naładuje się w tych warunkach nieco szybciej, ale prąd ładowania po długim czasie ustabilizuje się na znacznej wartości rzędu 0,04C!

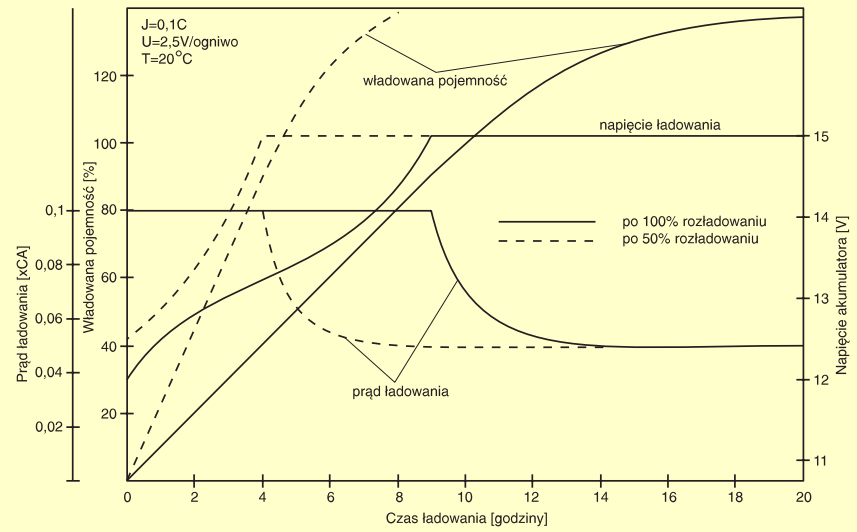
Czy to ma jakieś znaczenie? Tak, i to duże! Pamiętaj bowiem, że akumulatory pracują generalnie albo w sposób cykliczny (ładowanie i rozładowanie), albo jako akumulatory rezerwowe w układzie z ciągłym doładowywaniem (tzw. praca buforowa ang. float mode lub standby mode).

Przy pracy cyklicznej zależy nam na pełnym i szybkim naładowaniu akumulatora. W takim wypadku można stosować prąd ładowania w zakresie 0,1...0,25C, i należy ustawić nieco wyższe napięcie ładowania - 2,4...2,5V/ogniwo.

Gdy jednak akumulator ma pracować w urządzeniu, w którym będzie ciągle doładowywany, nie wolno ustawiać tak dużego napięcia ładowania. Przy pracy buforowej należy ustawić napięcie rzędu

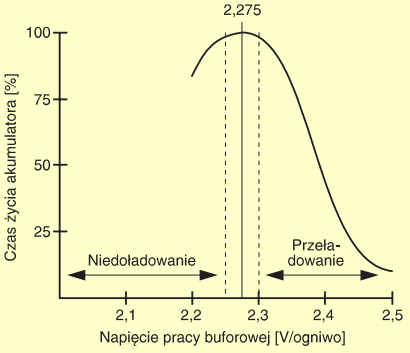


Rys. 10. Charakterystyki ładowania stałonapięciowego z ograniczeniem prądowym (2,4V/ogniwo 0,1 C)

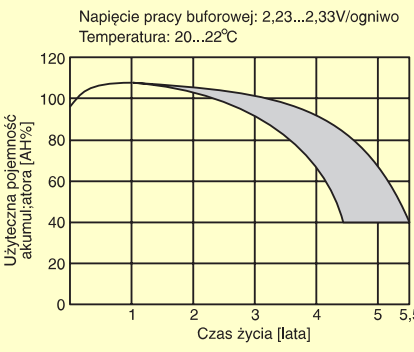


Rys. 11. Charakterystyki ładowania (2,5V/ogniwo 0,1C)

2,25...2,30V/ogniwo (nominalnie 2,275V). Przy takim napięciu ciągły prąd doładowujący będzie miał wartość rzędu 0,0005... 0,004C, co całkowicie wystarczy do uzupełnienia strat wynikających z samorozładowania. Przy tak małym prądzie, gazy powstające przy pełnym naładowaniu na bieżąco rekombinują na ujemnej elektrodzie zamieniając się w wodę - akumulator nie traci pojemności wskutek wysychania. Gdyby jednak akumulator pozostawał stale pod napięciem 2,4...2,5V/ogniwo, prąd doładowania byłby dużo większy (porównaj rys. 10 i 11), co wydatnie skróciłoby czas pracy akumulatora. Nie jest to błahostka - upewnia o tym **rysunek 12**. Jak widać, utrzymywanie na akumulatorze napięcia 2,5V/ogniwo skróci kilkakrotnie czas jego służby. A w optymalnych warunkach (T=20...22°C, U=2,23....2,33V/ogniwo) przeciętny czas życia akumulatora przy pracy buforowej wyniesie około 5 lat. Istotne informacje o utracie pojemności w funkcji czasu przy pracy buforowej pokazuje **rysunek 13**.

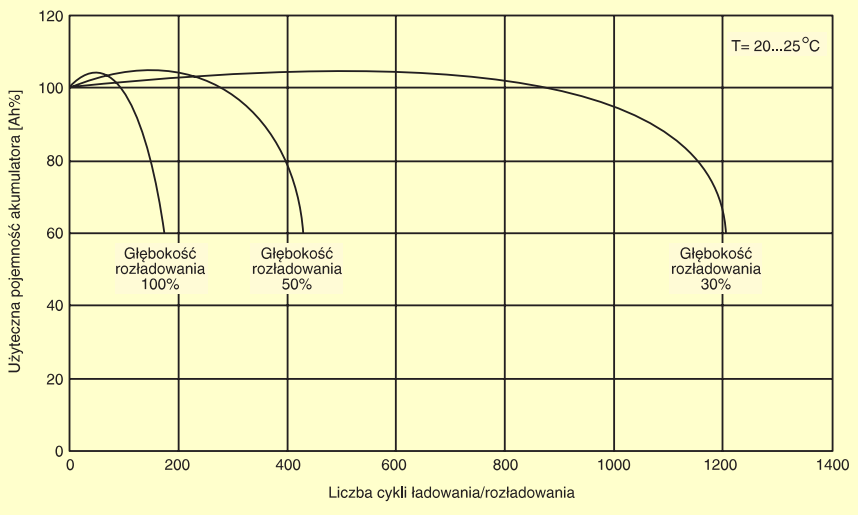


Rys. 12. Zależność trwałości od napięcia (dotyczy pracy buforowej)



Rys. 13. Pojemność w funkcji czasu pracy (dotyczny pracy buforowej).

Natomiast przy pracy cyklicznej miarą trwałości jest nie czas tylko liczba cykli ładowania/rozładowania. Bardzo istotne informacje pokazuje **rysunek 14**. Jak widać, trwałość ogromnie zależy od stopnia rozładowania. Jeśli mądry użytkownik będzie ładował akumulator po jego częściowym rozładowaniu, to trwałość wyniesie ponad 1000 cykli. Przy rozładowaniu i ładowaniu, powiedzmy - nominalnym, trwałość wyniesie tylko nieco ponad 100 cykli. Tu widać, że z uwagi na trwałość, warto stosować akumulatory o pojemności większej, niż wymagana pojemność minimalna.



Rys. 14. Trawałość akumulatora przy pracy cyklicznej.

Z rysunków 4, 12...14 można wyciągnąć ważne wnioski: czas życia akumulatora ściśle zależy od temperatury pracy, ilości cykli i głębokości rozładowania, a także od napięcia ładowania.

Na zakończenie rozważań jeszcze słowo o napięciach.

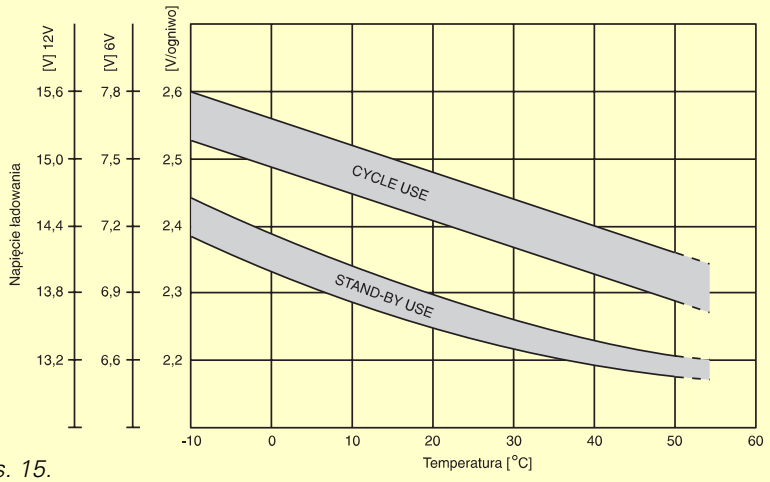
Jak wiadomo, że wzrostem temperatury rośnie szybkość reakcji chemicznych. Dlatego przy znacznych zmianach temperatury otoczenia, a ściślej biorąc, temperatury elektrolitu, należałoby odpowiednio zmieniać napięcie ładowania. Można tu mówić o współczynniku zmiany napięcia ładowania pod wpływem temperatury. Dla małych akumulatorów ołowiowych pracujących w sposób cykliczny wymagane napięcie 2,4...2,5V/ogniwo należałoby zmieniać -4...-5mV/°C. Dla akumulatorów stale będących pod napięciem, współczynnik ten wynosi około -3...-3,5mV/°C. Łatwiej to zrozumieć, analizując **rysunek 15**. Niektóre urządzenia ładujące mają obwody takiej kompensacji termicznej. Na rysunku 15 podano temperaturę otoczenia. Przy pracy buforowej można przyjąć, że temperatura elektrolitu jest praktycznie równa temperaturze otoczenia. Ale przy większych prądach ładowania należałoby wziąć pod uwagę temperaturę elektrolitu.

Producenci akumulatorów podają, iż w zakresie temperatur +5...+40°C kompensacja temperaturowa układu ładującego nie jest konieczna. Dlatego w praktyce należy określić średnią temperaturę pracy i na podstawie rysunku 15 ustawić odpowiednie napięcie ładowania.

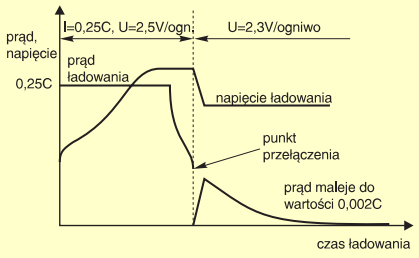
Ładowanie dwustopniowe

A co zrobić, gdy akumulator pracuje buforowo, i po rozładowaniu trzeba go szybko naładować?

Jak zauważyłeś z rysunków 6, 10 i 11, aby przy ładowaniu ze stałym napięciem szybko uzyskać pełną pojemność, nale-



Rys. 15.



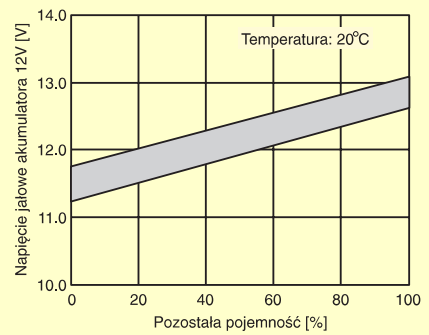
Rys. 16.

żałoby ładować znacznym prądem, rzędu 0,25C i ustawić napięcie 2,5V/ogniwo. Jednak przy tak wysokim napięciu buforowym, akumulator szybko straci pojemność.

Rozwiązaniem jest ładowanie dwustopniowe: Najpierw akumulator jest ładowany prądem 0,25C. Gdy napięcie na nim wzrośnie do wartości około 2,45...2,5V/ogniwo, elektroniczny układ sterujący zmniejszy napięcie pracy urządzenia ładującego do ok. 2,3V/ogniwo. Po przełączeniu zasilacza na niższe napięcie, prąd gwałtownie spadnie do zera, a potem po okresowym wzroście, ustali się na bezpiecznej wartości rzędu 0,02C. Przebieg napięcia i prądu ładowania pokazano na **rysunku 16**.

Do momentu przełączenia napięcia, w akumulatorze zdąży się zgromadzić około 80...90% pojemności nominalnej.

Jest to więc bardzo efektywny, szybki i bezpieczny sposób ładowania akumulatorów ołowiowych. Nie jest jednak popularny ze względu na większą złożoność aparatury ładującej, która musi zawierać układ progowy, zmieniający poziomy napięcia ładowania. Ponadto nie powinien być używany w systemach, gdzie akumulator podczas ładowania jest połączony bezpośrednio z obciążeniem.

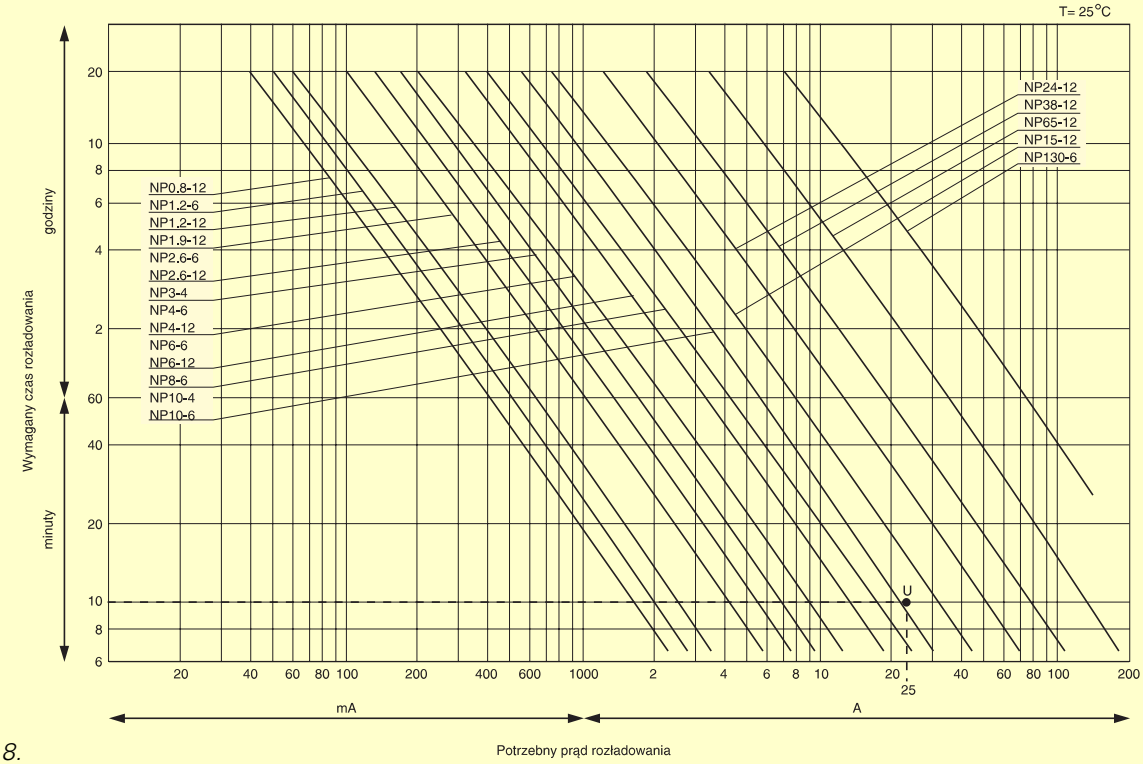


Rys. 17.

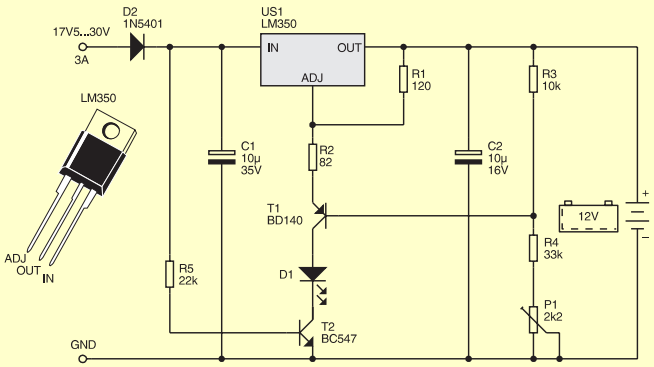
Inne ważne charakterystyki

Na **rysunku 17** pokazano wykres umożliwiający orientacyjne ustalenie stopnia naładowania, przez pomiar napięcia akumulatora (bez obciążenia).

Wykres powstał na podstawie licznych pomiarów i doświadczeń. W praktyce nie pozwala on na dokładne określenie dostępnej pojemności, ponieważ rozrzut napięć między poszczególnymi egzemplarzami jest dość znaczny i błąd oszacowania sięga 30%. Jednak po przeprowadzeniu kilku pomiarów z konkretnym egzemplarzem akumulatora, można z dość dużą dokładnością ustalić zależność napięcia (bez obciążenia) od stopnia rozładowania. W miarę rozładowania akumulatora nie tylko maleje napięcie, ale również rośnie jego rezystancja wewnętrzna, na przyklad w 12-woltowym o pojemności nominalnej



Rys. 18.



Rys. 19.

6Ah rezystancja wewnętrzna z początkowej wartości 40mW rośnie do około 200mW. Przy akumulatorach o innej pojemności wartość rezystancji zmienia się odwrotnie proporcjonalnie do pojemności.

Należy jednak mieć na uwadze, że podawana często w katalogach rezystancja wewnętrzna dotyczy prądu zmiennego. Dlatego nie ma sensu obliczanie maksymalnego prądu stałego przez podzielenie napięcia akumulatora (np. 12V) przez tę rezystancję. A w ogóle wartość prądu zwarciowego nie niesie jasnej informacji o możliwościach akumulatora. Przy określaniu pojemności, jaką musiałby mieć akumulator do konkretnego zastosowania, należy raczej skorzystać z rysunku 1. Dodatkowe informacje potrzebne do dobrania właściwego akumulatora typu NP firmy YUASA zawarte są na **rysunku 18** - wystarczy znać pobór prądu i czas, przez jaki ma on być pobierany. Na przykład jeśli komputerowy UPS przez 10 minut pobierałby prąd o wartości 25A, należy zastosować akumulator o pojemności 15Ah lub większej. Na rysunku 19 pokazuje to punkt oznaczony U. Należy zwrócić uwagę, że dla akumulatora o pojemności C = 15Ah jest to prąd 1,66C, i że dane z rysunku 19 zgadzają się z rysunkiem 1. W praktycznym zastosowaniu należy jeszcze uwzględnić minimalne napięcie, do jakiego można rozładować akumulator. W zastosowaniach, gdzie wymagany prąd jest większy niż 1C, warto stosować akumulatory wersji NPH przeznaczone do takich właśnie celów.

Podane informacje oparte są na materiałach japońsko-brytyjskiej firmy YUASA. Akumulatory tej firmy sprzedawane są w sieci handlowej AVT. Dane z wykresów są prawdziwe dla podobnych szczelnych akumulatorów ołowiowych innych wiodących firm.

Należy jednak pamiętać, że wszystkie podane informacje dotyczą akumulatorów kwasowych. Inne rodzaje akumulatorów (w tym popularne kadmowo-niklowe) mają zupełnie inne charakterystyki i muszą być ładowane innymi metodami. Tą sprawą zajmiemy się w następnych numerach EdW.

A na **rysunku 19** możesz jeszcze zobaczyć prosty układ ładowarki akumulatorów ołowiowych 12V, proponowany przez firmę Linear Technology. Zapewnia on ładowanie metodą stałego napięcia, co jest rozwiązaniem lepszym, niż układ progowy opisany w EP11/95.

Dioda D2 zabezpiecza układ scalony przed uszkodzeniem w wypadku zaniku napięcia zasilającego. Podobnie tranzystor T2 zabezpiecza przed rozładowaniem akumulatora w obwodzie R1, R2, T1, D1, T2. Przy braku napięcia na wejściu, nie płynie przez rezystor R5 prąd bazy tranzystora T2. Tranzystor T2 jest więc zatkany; nie świeci także kontrolka ładowania D1.

Napięcie ładowania jest wyznaczone przez elementy R1, R2, T1, R3, R4 i P1. W układzie zastosowano dość rozbudowany układ regulacyjny z tranzystorem T1, ale dzięki temu wartość napięcia wyjściowego jest zależna od temperatury (porównaj rysunek 15). Napięcie złącza baza-emiter tranzystora zmniejsza się z temperaturą o około 2mV/°C. Wskutek obecności dzielnika R3, R4, P1 całkowity współczynnik cieplny napięcia wyjściowego wynosi około -8mV/°C. Jest to trochę więcej niż podawane wcześniej -3... -5mV/°C - jak widać inne firmy podają nieco odmienne parametry ładowania.

Za pomocą potencjometru P1 należy ustawić napięcie ładowania odpowiednio do podanych wcześniej wskazówek: przy pracy buforowej 13,5...13,8V, przy pracy cyklicznej 14,4...15,0V. Być może dla uzyskania takiego zakresu regulacji za pomocą potencjometru P1, trzeba będzie skorygować wartość rezystora R4.

Układ przedstawiony na rysunku 20 zawiera 3-amperowy stabilizator LM350. W układzie można zastosować dużo tańszą, popularną 1,5-amperową kostkę LM317. Oczywiście w każdym wypadku stabilizator powinien być umieszczony na odpowiednim radiatorze. Również tranzystor pomiarowy T1 dobrze byłoby przykręcić do niewielkiej aluminiowej blaszki i umieścić jak najbliżej akumulatora - jego zadaniem jest przecież dostosowanie napięcia ładowania do temperatury akumulatora.

Układ z rysunku 20 został zaczerpnięty z literatury i nie był testowany w redakcyjnym laboratorium. Jeśli Czytelnicy EdW byliby zainteresowani ładowarką akumulatorów ołowiowych, chętnie opracujemy i opublikujemy stosowny projekt. Czekamy także na listy z praktycznymi doświadczeniami i opiniami na temat akumulatorów ołowiowych.

(red)

AKUMULATORY YUASA

TYLKO SŁOŃCE MA WIĘCEJ ENERGII !

Akumulatory 6V

TYP	POJEMNOŚĆ	DŁUGOŚĆ	SZEROKOŚĆ	WYSOKOŚĆ	WAGA	ŻYWOTNOŚĆ	CENA
NP1,2-6	1,2Ah	97	25	54,5	0,30	~5 lat	25.00
NP2,8-6	2,8Ah	134	34	64	0,57	~5 lat	34,50
NP4-6	4Ah	70	47	105,5	0,85	~5 lat	37,50
NP10-6	10Ah	151	50	97,5	2,00	~5 lat	39,00
NP12-6	12Ah	151	65	97,5	2,10	~5 lat	47,00

Akumulatory 12V

TYP	POJEMNOŚĆ	DŁUGOŚĆ	SZEROKOŚĆ	WYSOKOŚĆ	WAGA	ŻYWOTNOŚĆ	CENA
NP1,2-12	1,2Ah	97	48	54,5	0,57	~5 lat	44,00
NP2,1-12	2,1Ah	178	34	64	0,83	~5 lat	46,00
NP2,8-12	2,8Ah	134	67	64	1,12	~5 lat	52,00
NP3,2-12	3,2Ah	134	67	64	1,17	~5 lat	56,00
NP4-12	4Ah	90	70	106	1,70	~5 lat	52,00
NP6-12	6Ah	151	65	97,5	2,40	~5 lat	54,50
NP7-12	7Ah	151	65	97,5	2,64	~5 lat	59,00
NP12-12	12Ah	151	98	97,5	4,00	~5 lat	111,00
NP15-12	15Ah	181	76	167	5,97	~5 lat	156,00
NP24-12	24Ah	175	166	125	8,65	~5 lat	171,00
NP38-12	38Ah	197	165	170	13,93	~5 lat	252,00
NP65-12	65Ah	350	166	174	22,82	~5 lat	366,00

Akumulatory o zwiększonej żywotności - seria NPL. Akumulatory z tej serii mają identycznewymiary jak z serii NP o tej samej pojemności i niewiele większą wagę.

TYP	POJEMNOŚĆ	DŁUGOŚĆ	SZEROKOŚĆ	WYSOKOŚĆ	WAGA	ŻYWOTNOŚĆ	CENA
NPL24-12	24Ah	166	175	125	9,00	7-10 lat	192,00
NPL38-12	38Ah	197	165	170	14,70	7-10 lat	333,00
NPL65-12	65Ah	350	166	174	24,00	7-10 lat	500,00

Akumulatory z serii EN są stosowane do profesjonalnych urządzeń wymagających pewnego i stabilnego podtrzymania napięcia. Wykorzystywane w telekomunikacji i w produkcji UPS, systemów alarmowych i komputerowych.

TYP	POJEMNOŚĆ	DŁUGOŚĆ	SZEROKOŚĆ	WYSOKOŚĆ	WAGA	ŻYWOTNOŚĆ	CENA
EN320-2	320Ah	206	210	240	24,00	>10 lat	573.00
EN480-2	480Ah	305	210	240	35,00	>10 lat	797,00
EN160-4	160Ah	206	210	240	24,00	>10 lat	573,00
EN100-6	100Ah	200	208	238	18,00	>10 lat	512,00
EN160-6	160Ah	305	210	240	35,00	>10 lat	797,00

Akumulatory YUASA są dostępne w AVT (adresy sklepów i warunki sprzedaży wysyłkowej na str. 72)

Dobre rady MacGyvera

Mam nadzieję, że Czytelnicy EdW, oglądający podobno bardzo popularny w Polsce serial telewizyjny z moją skromną osobą w roli głównej, trochę mnie znają. Znają też moje metody walki polegające na inteligentnym stosowaniu prostych środków technicznych. Znużony trwającą od lat walką z międzynarodową przestępczością postanowiłem wziąć udział w tym, co najważniejsze dla przyszłości świata: w szkoleniu młodych kadr. Zmieniłem także miejsce zamieszkania: od tego miesiąca zamiast do fundacji Fenix ,wszystkie listy do mnie proszę kierować na adres Wydawnictwa AVT, który znajdziecie w stopce redakcyjnej każdego numeru EdW. Mam tu skromne mieszkanko na strychu i biureczko, przy którym będę analizował Wasze pomysły i wymyślał nowe, niekonwencjonalne rozwiązania problemów technicznych.

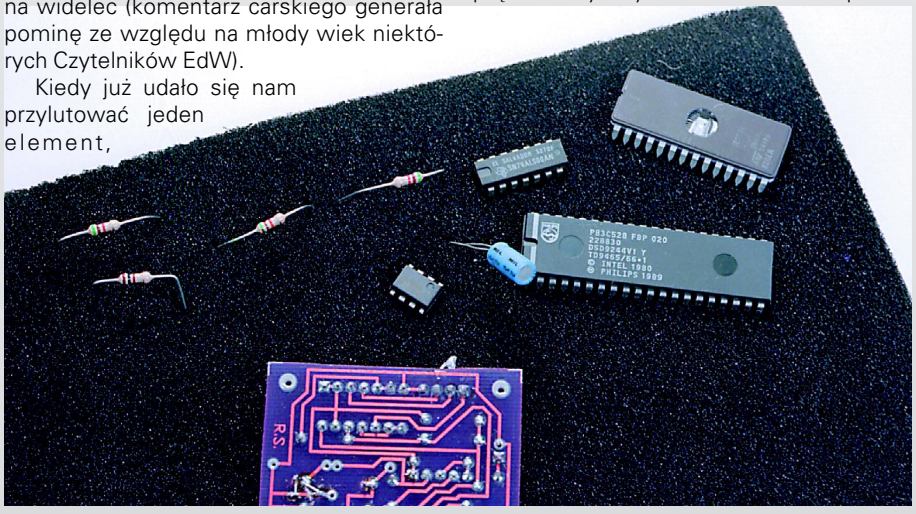
Z góry dziękuję za nadesłane pomysły i zapowiadam, że najlepsze z nich będą nagradzane honorowym wyróżnieniem: jakim - to niespodzianka.

Podam Wam, moi Drodzy, przykład, oczywiście wzięty z życia. Problem: musimy wkręcić śrubkę w trudno dostępnym miejscu, np. głęboko wewnątrz obudowy. Nie mamy specjalnego śrubokręta z chwytakiem do śrubek, a czas nagli. Rozwiązanie: Przyklejamy śrubkę do końca śrubokręta kawałkiem plasteliny albo gumy do żucia i spokojnie wkręcamy śrubkę. Kawałek plasteliny, który zostanie na łebku śrubki umieszczonej gdzieś głęboko we wnętrzu obudowy z pewnością nie będzie nikomu przeszkadzał. Właśnie tak udało mi się rozbroić bombę, która swoim wybuchem mogła zniszczyć połowę Nowego Jorku.

Problem

Mała płytka, która wydaje się być prosta do zmontowania. Czy naprawdę taka prosta? Czy montaż tego maleństwa rzeczywiście nie sprawi nikomu kłopotu? Widzę już oczami wyobraźni następujący obrazek: hobbista elektronik trzyma w jednym ręku cynę, w drugim lutownicę. Płytka obwodu drukowanego jest "łatwa do montażu" i niewiele większa od znaczka pocztowego. Leży na stole warsztatowym, idealnie czystym, posprzątanym i gładkim. A nasz amator elektroniki z obłędem w oczach dziobie płytkę lutownicą, goniąc ja po całym stole. Zabrakło tego, o czym marzą wszyscy technicy: trzeciej ręki! Wszystko to przypomina znaną anegdotkę o moim serdecznym przyjacielu, pewnym generale, który na przyjęciu u cara przez cały czas bankietu walczył z groszkiem, nie mogąc nadziać go na widelec (komentarz carskiego generała pominę ze względu na młody wiek niektórych Czytelników EdW).

Kiedy już udało się nam przylutować jeden element, okazuje się że podczas naszej walki z płytką przygotowane do montażu następne podzespoły "diabeł ogonem przykrył", albo po prostu pospadały ze stołu. Musimy je odnaleźć i dalej gonić płytkę po stole. W podobne kłopoty wpadłem, kiedy to musiałem w ciągu kilkunastu minut zbudować odpowiednik Intel Pentium, mając do dyspozycji jedynie 3246 kostek UCY7400 produkcji NPCP CEMI. Od wykonania tej pracy zależały oczywiście losy świata.



Rozwiązanie

W handlu oferowane są specjalne imadełka do przytrzymywania płytek podczas montażu. Są to jednak urządzenia bądź marnej jakości, bądź bardzo drogie. My poradzimy sobie inaczej. Do przechowywania układów scalonych używana jest specjalna gąbka, grubości ok. 7mm, przewodząca prąd elektryczny. Znakomicie zabezpiecza ona układy CMOS przed uszkodzeniem ładunkami elektrostatycznymi. Okazało się, że gąbka taka jest absolutnie idealną podkładką do montowania płytek. Położona na niej płytka zachowuje się jak przyklejona, a i sama podstawka nie przesuwa się po stole.

Zalety rozwiązania:

1. Ustabilizowanie położenia płytki na stole warsztatowym.
2. Możliwość przygotowania sobie elementów do montażu. Wpinamy je po prostu w gąbkę, a układy CMOS są do końca zabezpieczone przed uszkodzeniem.
2. W przypadku montażu większej ilości jednakowych elementów (rezystorów, diod) kolejność postępowania jest następująca:
   - wkładamy wszystkie elementy o jednakowej wysokości w płytkę
   - przykrywamy płytkę od strony elementów podkładką
   - odwracamy całość o 180 stopni, mając pewność ze elementy nie wypadną
   - kładziemy podkładkę z płytką na stole i spokojnie lutujemy.

Wady rozwiązania:

Nasza podkładka całkiem nieźle przewodzi prąd. Nikomu nie polecamy uruchamiać na niej układów elektronicznych, w szczególności zbudowanych z kostek CMOS, a przede wszystkim będących pod wysokim napięciem!

Uwaga! Podkładki do montażu układów elektronicznych można wykonać ze sklejonych kawałków gąbki, jakie zwykle znajdują się w kitach przedawanych przez AVT.

Zostań agentem MacGyvera

Otwieramy nową rybrykę. Tę formę przyjął zapowiadany od kilku miesiący dział Tips & Tricks. Będziemy tu zamieszczać krótkie notki, których autorami będziecie przede wszyskim Wy - Czytelnicy EdW. Każdy praktykujący elektronik ma w skarbnicy swoich doświadczeń liczne "patenty" - pomysły i sposoby ułatwiające pracę. Najczęściej są to drobiazgi, ale właśnie drobiazgi czasami potrafią nam do reszty uprzykrzyć nasze umiłowane hobby. Nie będziemy w tym kąciku zajmować się rozbudowanymi układami elektronicznymi ani rozważać skomplikowanych problemów teoretycznych. Ot, kilka zdań: problem i sposób jego rozwiązania. Co czym zastąpić, jak poradzić sobie z zawsze uciążliwymi sprawami mechaniki i obudowania naszych układów? Jakie drobe usprawnienia zastosować przy wykonywaniu i testowaniu urządzeń?

Przysyłajcie więc wszelkie informacje o stosowanych przez Was chwytach. Ale uwaga: niezbędnym warunkiem zamieszczenia notatki jest nadesłanie swojego zdjęcia i kilku zdań o sobie (wiek, zawód, zainteresowania elektroniczne i te nie związane z elektroniką). Wasze opisy będą publikowane w postaci zredagowanej przez samego MacGyvera (w cywilu - red. Zbigniew Raabe).

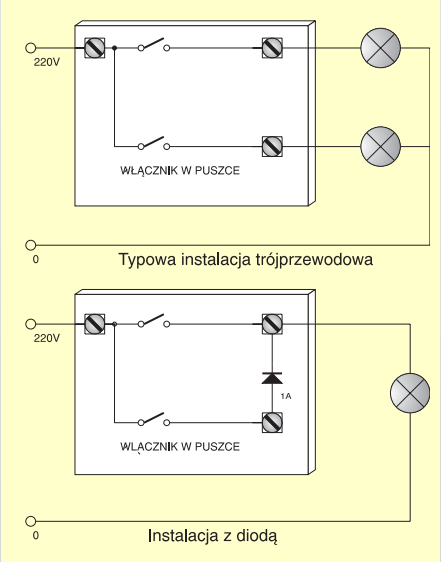
Problem 2

Leży przed nami na stole stos rezystorów, których wartości nie znamy, a obok lśniący nowością miernik uniwersalny z wieloma zakresami do pomiaru rezystancji. Musimy teraz zmierzyć oporność posiadanych rezystorów. Tylko jak w wygodny sposób to zrobić? Nasz miernik ma dwie końcówki pomiarowe zakończone ostrzami i należy się obawiać, ze czeka nas kolejne "polowanie", tym razem na rezystory. Dociskać końcówek pomiarowych do rezystorów palcami nie można, ponieważ przy większych wartościach rezystancji wyniki pomiaru zostałyby sfałszowane przez bocznikującą rezystor oporność naskórka. Wtedy, przed laty, kiedy musiałem unieszkodliwić wystrzeloną przez fanatyka, ukradzioną z magazynów byłego ZSRR rakietę typu SS21, także musiałem wybrać jeden rezystor o wartości 1,854M ze stosu setek innych.

Rozwiązanie

W handlu znajdują się specjalne gniazda służące dołączani przewodów kolumn głośnikowych do wzmacniaczy. Wyjąc lub włożyć w nie przewody można jednym ruchem, ponieważ są to złącza zaciskowe. Jeżeli możemy tak łatwo i szybko mocować w nich przewody, to czemu nie zastosować ich jako "uchwytu pomiarowego" do badania rezystorów, diod czy kondensatorów? Nie usłyszałem głosów sprzeciwu, a wykonane przeze mnie "coś", bo układem elektronicznym ten gadget z pewnością nie jest, widoczne jest na fotografii.

Do mocowania końcówek pomiarowych miernika idealne okazały się złącza ARK2. Ponieważ autor miał akurat do dyspozycji podwójne gniazdo do kabli kolumn, wykonane zostały dwa "stanowiska pomiarowe", przełączane za pomocą przełącznika. Takie rozwiązanie bardzo ułatwia porównywania wartości elementów, lub np. dobieranie dwóch identycznych.



Fot.2 . Stanowisko pomiarowe.

Problem 3

Mamy do wykonania np. zasilacz wyposażony w radiator. Tuż przed końcem pracy stwierdzamy, że zakupiony na wyprzedaży radiator ma nierówną powierzchnię i w miejscu przeznaczonym na tranzystor znajdują się "wżery" po nierówno pracującym frezie. Była niedziela wieczorem, nie mogłem udać się na Wolumen po nowy radiator, a układ musiał być gotowy na poniedziałek rano.

Rozwiązanie

Na radiatorze w miejscu zamocowania tranzystora został położony kawałek stopu Wooda i całość został ogrzana w piekarniku do temperatury ok. 120°C. Stop stopił się, wypełniając dokładnie wszystkie nierówności. Przed ostygnięciem radiatora to temperatury 97°C, został do niego przykręcony tranzystor i nadmiar stopu został spod niego wyciśnięty. W efekcie otrzymano idealne połączenie, o doskonałej przewodności termicznej.

Wady rozwiązania:

Tak zmontowany element może pracować tylko w temperaturze poniżej 97°C, chyba że nierówności w radiatorze były tak ukształtowane, że stop Wooda nie wycieknie spod tranzystora.

Problem 4

Odwiedziłem niedawno mojego kolegę, jednego z redaktorów EdW, który opracowuje ostatnio dla Was rewelacyjną konstrukcję wzmacniacza dużej mocy. Zastałem go w momencie, kiedy właśnie wyrywał sobie resztki włosów z głowy. Kiedy zapytałem go o przyczynę takiej rozpaczy, odparł że nie ma żadnej podkładki izolacyjnej, która pasowałaby do końcówki mocy typu TDA1514. Podkładki pod typowe obudowy tranzystorów mocy zdobyć łatwo, ale podkładek pod końcówki wzmacniaczy m.cz. nie znaleźliśmy w żadnej ofercie. Tymczasem producenci układu TDA1514 z iście szatańską złośliwością połączyli obudowę tego elementu z minusem zasilania, a radiator będący istotnym elementem obudowy wzmacniacza musi być połączony z masą (wzmacniacz ma zasilanie symetryczne).

Rozwiązanie

Na szczęście przypomniałem sobie, jak kiedyś poradziłem sobie z zaizolowaniem przewodów będących pod napięciem 300000V, którymi chciałem doprowadzić prąd zasilający skanerorozpruwacz izotromeryczno liftingowy. Przecież zwyczajny papier jest całkiem niezłym izolatorem! Kiedy powiedziałem o tym mojemu przyjacielowi, ten wyrwał sobie z głowy kolejną kępkę włosów i z jękiem odpowiedział, że papier także źle przewodzi ciepło i że mój pomysł jest do kitu (nie KITU AVT, oczywiście). Ja jednak wiedziałem, co mówię i uratowałem urodę mojego kolegi. Kolejność postępowania przyjęliśmy następującą:

1. Zaopatrzyliśmy się w kawałek niezbyt grubej bibuły, a właściwie wykorzystaliśmy serwetkę śniadaniową.
2. W ofercie handlowej AVT znajduje się pasta silikonowa, doskonale przewodząca ciepło i będąca znakomitym izolatorem.
3. Wysmarowaliśmy bibułę z obu stron pastą i poszliśmy na kawę.
4. Po powrocie okazało się, że silikon dokładnie nasycił bibułę, która stała się prawie przezroczysta.
5. Położyliśmy bibułę na radiatorze, a na niej końcówkę mocy i całość mocno skręciliśmy śrubami. Część pasty silikonowej wyciekła spod końcówki i została usunięta razem z obciętym ostrym nożem nadmiarem bibuły.
6. Całość poddaliśmy próbie wytrzymałości izolacji stosując napięcie 220VAC. Trzymało!

Problem 5

Moja dobra znajoma, agentka ... wywiadu kupiła sobie ostatnio piękny, wyprodukowany dobrze przed II wojną żyrandol. Ponieważ żyrandol ten przystosowany był do włączania dwóch grup żarówek (ongiś, kiedy to nie znano elektronicznych ściemniaczy, tak rozwiązywano sprawę regulacji siły światła) zakupiła także odpowiedni włącznik i poprosiła mnie o zainstalowanie całości w jej domu. Po miłej kolacji spędzonej w towarzystwie mojej przyjaciółki przystąpiłem do pracy. I tu okazało się, że instalacja elektryczna pomiędzy puszką włącznika i żyrandolem jest dwuprzewodowa i absolutnie nie nadaje się do wykorzystania. Moje znajoma nawet nie chciała słyszeć o pruciu ścian i zakładaniu nowych przewodów, ani o wymianie staroświeckiego, eleganckiego przełącznika na nowoczesny ściemniacz.

Rozwiązanie

Na szczęście przypomniałem sobie, w jaki sposób poradziłem sobie w trudnej sytuacji, kiedy to musiałem w prosty sposób dwukrotnie zmniejszyć moc wydzielaną przez morderolaser zainstalowany przez jednego z szefów mafii kolumbijskiej. Schemat instalacji trójprzewodowej i mojego pomysłu, polegającego na zastosowaniu diody włączanej w szereg z żarówkami żyrandola, widoczny na rysunku 1 nie wymaga chyba komentarza. Muszę jedynie dodać, że w taki prosty sposób możemy także zmniejszać o połowę moc innych urządzeń, pod warunkiem że nie zawierają indukcyjności. **Zastosowanie takiego układu do sterowania odbiornikami prądu takimi jak układy z transformatorami, indukcyjne silniki elektryczne, czy wentylatory dałoby straszliwe rezultaty i zakończyłoby się zniszczeniem dołączonych do takiego regulatora urządzeń.**

Dlaczego tak by się stało, odpowiedźcie sobie sami, moi Drodzy!

Jeszcze jedna uwaga: dioda zastosowana w regulatorze musi być odpowiednio dobrana do mocy pobieranej przez odbiornik. Do zwyczajnej żarówki 100W wystarczy dioda 1A/400V. I tu pojawia się kolejne pytanie: przecież napięcie w sieci wynosi 220VAC, dlaczego więc musimy stosować diodę na 400V, a nie na 300V? I w tym wy-

padku odpowiedź na to pytanie pozostawiam Czytelnikom.

Problem 6

Znalazłem się kiedyś w paskudnej sytuacji. Uwięziony w podziemiach starego poniemieckiego zamku Wolfenstein musiałem przekazać informację do naszej centrali w ... Odnalazłem stare przewody telefoniczne, o których wiedziałem, że prowadzą wprost do gabinetu mojego szefa i połączone są tam z modemem, ale nie miałem odpowiedniego nadajnika. Zwieranie i rozwieranie przewodów za pomocą jedynego włącznika, jaki miałem do dyspozycji, nic by nie dało, ponieważ w ten sposób przekazywana informacja pełna byłaby przekłamań wnoszonych przez wielokrotne odbicia styków. Przełącznik, który miałem pod ręką był bardzo nędznej jakości, tak więc powszechnie stosowane i pokazane na rys. 2 układy z pewnością nie zdałyby egzaminu. Pierwszy z nich wymaga zastosowania przełącznika 3 stykowego, a drugi jest skuteczny tylko przy współpracy z włącznikami niezłej jakości.

Rozwiązanie

Na szczęście, poza Swiss Army Knife mam zawsze w kieszeniach kilka drobiazgów, w tym podstawowe elementy elektroniczne. Rozmyślania w ponurym lochu Wolfenstein zaowocowały opracowaniem dwóch bardzo prostych i absolutnie skutecznych układów przeciwdziałających skutkom odbijania styków. Pierwszy z nich to domowej roboty transoptor wykonany z użyciem żarówki i fototranzystora. Wykorzystujemy tu fakt, że duża bezwładność włókna żarówki nie pozwala na przeniesienie krótkich impulsów generowanych przez drgające styki. Rozwiązanie to ma jednak dwie wady: żarówki, nawet zasilane napięciem o połowę mniejszym od nominalnego "lubią" się przepalać. Drugą wadą jest znaczny pobór prądu przez żarówkę. Dlatego też powstał drugi układ, wykorzystujący diodę LED i fotorezystor. Tym razem korzystamy z dużej bezwładności większości fotorezystorów, które podobnie jak żarówki nie są w stanie przenosić impulsów o dużej częstotliwości.

Obydwa transoptory działają znakomicie, pamiętajmy jednak, aby umieścić je w obudowie nie przepuszczającej światła. Może to być np. kawałek rurki z czarnego polistyrenu. Wszystkie otwory należy zakleić i całość dla pewności pomalować czarną farbą.

Problem 7

Pewnego razu mój przenośny komputer uległ uszkodzeniu: padł jeden z układów scalonych. Posiadałem oczywiście układ zapasowy, ale po otwarciu komputera okazało się, że uszkodzona płytka wykonana jest w technice SMD i wylutowanie uszkodzonego układu bez specjalnych, drogich narzędzi jest praktycznie niemożliwe.

Rozwiązanie

Na szczęście dysponowałem kawałkiem drucika o średnicy ok. O,3mm, który okazał się jedynym narzędziem (poza lutownicą) potrzebnym do przeprowadzenia tej pozornie niemożliwej operacji. Na rysunku widać wyraźnie, jak należy postępować, aby błyskawicznie wylutować układ SMD bez uszkadzania płytki i samego układu.

Kolejność działania jest następująca:

1. Drucik (najlepiej izolowany emalią) przewlekamy pod jednym rzędem nóżek kostki.
2. Jeden koniec drucika "zakotwiczamy" przylutowując go jakiegoś punktu lutowniczego.
3. Drugi koniec drutu zaginamy pod niej więcej prostym kątem i podgrzewając lutownicą pierwszą nóżkę naciągamy (z wyczuciem) drucik. W momencie stopienie cyny drucik przejdzie pod nóżką, unosząc ją do góry i oddzielając od ścieżki.
4. Identyczne czynności powtarzamy dla pozostałych nóżek w rzędzie, a po odłączeniu ostatniej od punktu lutowniczego zabieramy się za ich następny rząd.

Efektem naszej kilkuminutowej pracy jest uratowanie zarówno układu scalonego jak i płytki!

Problem 8

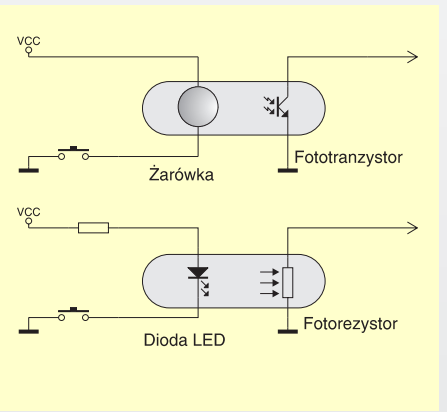
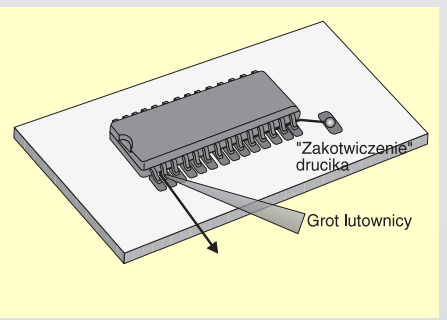
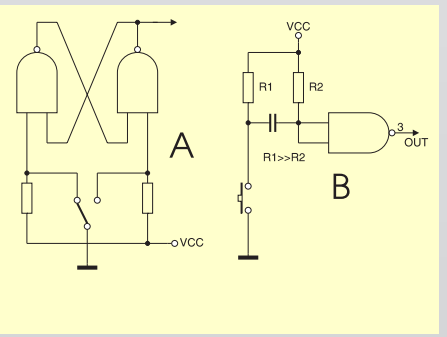
Problem, który teraz chciałbym poruszyć ma bardziej ogólny charakter. Nie lubimy tej mechaniki, oj nie lubimy! Z przeróbkami obudów z tworzywa sztucznego jakoś jeszcze można sobie poradzić, ale obudowy metalowe to istny koszmar. A w prawie każdej z nich trzeba wyciąć jakiś otwór, choćby pod wyświetlacze. Domyślam się, że najczęściej posługujecie się najbardziej znaną, ale i najbardziej bezsensowną metodą: wiercicie szeregi otworków, następnie jakoś łączycie je ze sobą, a na końcu następuje mozolne wyrównywanie otworu pilnikiem. Wszystko to zajmuje bardzo dużo czasu i sił, a uzyskany efekt nie zawsze jest dobry. Tymczasem otwór o całkowicie dowolnym kształcie w metalowej płycie czołowej można wykonać w ciągu dosłownie paru minut!

Rozwiązanie

Chciałbym przypomnieć Wam niezwykle użyteczne narzędzie, które jak mi się wydaje zostało nieco zapomniane. Jest to podstawowe narzędzie modelarzy lotniczych, a ponieważ przez całe dzieciństwo zajmowałem się tym ciekawym hobby, miałem wiele okazji, aby nauczyć się nim posługiwać i ocenić jego wartość. Narzędziem tym jest piłka włośnicowa, zwana także niekiedy z niemiecka laubzegą. Jest to narzędzie, które bezwzględnie powinno znaleźć się w pracowni każdego elektronika, który chce elegancko wykańczać obudowy swoich urządzeń. Jak taka piłka wygląda i jak się nią posługiwać widać wyraźnie na fotografii. Podam więc jedynie podstawowe zasady:

1. Wycinanie otworu rozpoczynamy od wywiercenia jednego otworu o małej średnicy, blisko jego krawędzi.
2. Odkręcamy jedną ze śrub mocujących brzeszczot do ramki i przewlekamy go przez wykonany otwór.
3. Przykręcamy piłeczkę z powrotem, dość mocno, lecz z wyczuciem ją napinając. Przy zakładaniu piłki należy zwrócić uwagę aby jej ząbki były skierowane w dół.
4. **Podczas wycinania otworu piłkę należy utrzymywać pod kątem prostym do obrabianego materiału.**
5. Piłką należy bardzo lekko dociskać do ciętej blachy.
6. Podczas cięcia blachy stalowej możemy ułatwić sobie pracę i przedłużyć żywot piłki przez zwilżanie blachy oliwą, natomiast aluminium zwilżamy denaturatem. Obróbka termoplastycznych tworzyw sztucznych jest bardzo trudna, ponieważ piłeczka "zatapia" się w obrabianym tworzywie. Ale i tym razem możemy sobie pomóc polewając powierzchnię tworzywa wodą (potrzebna druga osoba).

A teraz najważniejsze: **do obróbki wszelkich materiałów używajmy jedynie piłek do metalu najwyższej jakości.** Polecam Wam piłki szwedzkiej (produkowane są także w Niemczech) firmy SANDVIK, których sam używam od wielu lat. Natomiast piłeczki oferowane przez przemysł krajowy i rzemiosło nadają się tylko do jednego: do natychmiastowego wyrzucenia ich na śmietnik!

Mam nadzieję że nasza współpraca ułoży się znakomicie i uda mi się pomóc w wychowaniu nowego pokolenia ludzi, którzy z pomocą techniki i logicznego myślenia potrafią poradzić sobie w każdej sytuacji.

Wasz MacGyver